



Überspannungsschutz
Blitzschutz / Erdung
Arbeitsschutz

DEHN + SÖHNE
GmbH + Co.KG.
Hans-Dehn-Str. 1
Postfach 1640
92306 Neumarkt
Germany

Tel. +49 9181 906-0
Fax +49 9181 906-100
www.dehn.de
info@dehn.de

Informationsmaterial und
Serviceleistungen z. B.

- Hauptkatalog
Blitzschutz / Erdung
- Terminvereinbarungen
mit unserem Außendienst

finden Sie jetzt digital
auf unserer Homepage:
www.dehn.de im Bereich Service

© COPYRIGHT 2011 DEHN + SÖHNE



Fundamenteerder



DS162/0211

Eine funktionsfähige Erdungsanlage ist bei bestehenden Bauwerken und bei Neubauten ein elementarer Bestandteil der elektrotechnischen Installationen. Sie ist eine wichtige Basis für Sicherheit und Funktionalität von Installationen in einem Gebäude wie z. B. für

- den Personenschutz (Erreichen der Abschaltbedingungen und Schutzpotentialausgleich),
- die elektrischen Systeme (Energieversorgung),
- die elektronischen Systeme (Datentechnik),
- den Blitzschutz,
- den Überspannungsschutz,
- die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und
- die Antennenerdung.

Diese Installationen unterliegen hinsichtlich des Personenschutzes und des sicheren Betriebes bestimmten Anforderungen, die in den einzelnen Regelwerken der jeweiligen Systeme genauer definiert sind.

Normative Forderungen

Für jeden Neubau ist der Fundamenterder durch die DIN 18015 und die technischen Anschlussbedingungen (TAB) der Netzbetreiber (NB) gefordert. Grundsätzlich regelt die DIN 18014 „Fundamenterder – Allgemeine Planungsgrundlagen“ die Ausführung und die Installation der Erdungsanlage bei Neubauten.

Wird für die bauliche Anlage ein Blitzschutzsystem errichtet, gelten die erweiterten Anforderungen der EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) „Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen“ oder unter dem Aspekt der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) die Vorgaben in EN 62305-4 (VDE 0185-305-4) „Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen“.

Sind z. B. umfangreiche informationstechnische Anlagen in einem Gebäude vorhanden, so wird eine reduzierte Maschenweite des Fundamenterders gefordert. Auch die Vorgaben von Systemanbietern (z. B. Datentechnik) für den Erdausbreitungswiderstand sind zu beachten und bereits bei der Planung der Erdungsanlage zu berücksichtigen.

Für Gebäude mit integrierten Mittelspannungs-Schaltanlagen (MS-Anlagen) ist zusätzlich die DIN VDE 0101 (VDE 0101) „Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV“ zu beachten. Bedingt durch hohe Kurzschlussströme (50 Hz) können größere Querschnitte des Erders und ergänzende Anforderungen an Klemmen / Verbinder notwendig sein.

Errichtung der Erdungsanlage

Der Fundamenterder erfüllt wesentliche Sicherheitsfunktionen und gilt daher als Bestandteil der elektrischen Anlage. Die Errichtung / Installation der Erdungsanlage ist deshalb durch eine Elektro- / Blitzschutz-Fachkraft oder unter deren Aufsicht durchzuführen.

Potentialausgleich

Der Potentialausgleich wird für alle neu errichteten elektrischen Verbraucheranlagen gefordert. Um alle Anforderungen zu erfüllen sollte die Haupterdungsschiene (HES) (früher Hauptpotentialausgleichsschiene HPAS) an den Fundamenterder angeschlossen werden.

Der Potentialausgleich nach DIN VDE 0100 beseitigt Potentialunterschiede. Das heißt, er verhindert gefährliche Berührungsspannungen z. B. zwischen dem Schutzleiter der Niederspannungs-Verbraucheranlage und metallenen Installationen (Wasser-, Gas- und Heizungsrohrleitungen). Nach der DIN VDE 0100-410 besteht der Potentialausgleich aus dem Schutzpotentialausgleich (früher: Hauptpotentialausgleich) und dem zusätzlichen Schutzpotentialausgleich (früher: zusätzlicher Potentialausgleich).

Jedes Gebäude muss nach den oben genannten Normen einen Schutzpotentialausgleich erhalten. Der zusätzliche Schutzpotentialausgleich ist für solche Fälle vorgesehen, für die besondere Abschaltbedingungen erfüllt werden müssen oder für besondere Bereiche nach der DIN VDE 0100-700.

Blitzschutz-Potentialausgleich

Der Blitzschutz-Potentialausgleich stellt eine Erweiterung des Schutzpotentialausgleiches dar. Blitzschutz-Potentialausgleich und Potentialausgleich sind mit der Haupterdungsschiene (HES) der Erdungsanlage zu verbinden. Unter Blitzschutz-Potentialausgleich ist der Teil des Inneren Blitzschutzes zu verstehen, der im Falle eines Blitzeinschlages in das Blitzschutzsystem oder die eingeführten Leitungen für eine sicherere Einbindung aller von außen eingeführten Leitungen mit dem Potentialausgleichssystem sorgt. Gefährliche Funkenbildung wird dadurch vermieden. Einrichtungen der elektrischen Energie- und Informationstechnik sind besonders zu schützen, da über das Erdungssystem und den Potentialausgleich eine direkte Verbindung zwischen der äußeren Blitzschutzanlage und der Gebäudeinstallation nicht hergestellt werden darf.

Arten von Erdern

Fundamenterder

Erder, der aus einem geschlossenen Ring besteht und in Beton eingebettet ist. Er steht mit der Erde großflächig in Berührung. Ist eine Erdfähigkeit des Fundamenterders nicht gegeben, z. B. bei „Voll-Perimeterdämmung“ oder „Weiße Wanne“, wird ein Ringerder außerhalb des Fundamentes errichtet, der die Funktion des Fundamenterders übernimmt.

Ringerder

Erder, der erdfähig in das Erdreich verlegt wird und einen geschlossenen Ring um die bauliche Anlage bildet.

Tiefenerder

Erder, der im Allgemeinen lotrecht in größere Tiefen eingebracht wird. Er besteht aus Rundmaterial.

Natürlicher Erder

ist ein mit der Erde unmittelbar oder über Beton in Verbindung stehendes Metallteil, dessen ursprünglicher Zweck nicht die Erdung ist, aber als Erder wirkt (Bewehrungen von Betonfundamenten, Rohrleitungen, usw.).

Werkstoffe für Erdungsanlagen

Der Fundamenterder wird aus

- Rundstahl (Durchmesser min. 10 mm) oder
- Bandstahl (Abmessung min. 30 mm x 3,5 mm)

errichtet und ist je nach Art der Verlegung im Beton aus verzinktem oder unverzinktem Stahl oder im Erdreich aus NIRO (V4A), Werkstoff-Nr. 1.4571, oder min. gleichwertig ausgeführt. Die Leitungsmaterialien sollten entsprechend DIN EN 50164-2 ausgewählt werden, damit eine spätere Einbeziehung eines Blitzschutzsystems einfach möglich ist.

Für bauliche Anlagen mit integrierten Transformatorstationen können größere Querschnitte des Erders notwendig sein (50 Hz Kurzschlussströme).

Anschlüsse an die Erdungsanlage

Von jeder Erdungsanlage ist mindestens ein Anschluss an die Haupterdungsschiene (HES) herzustellen. Weitere Anschlüsse an den Fundamenterder müssen bereits bei der Planung berücksichtigt werden. Diese sind vorzusehen für

- den zusätzlichen Schutzpotentialausgleich,
- metallene Installationen wie z. B. Aufzugschienen, Stahlstützen, Fassadenelemente,
- Ableitungen des Äußeren Blitzschutzes (evtl. innere Ableitungen),
- Regenfallrohre,
- Verbindungen zum Ringerder, z. B. bei Weißen Wannen oder Perimeterdämmung,
- EMV-Maßnahmen,
- bauliche Erweiterungen,
- Kabeltrassen oder Verbindungskanäle von anderen Bauwerken,
- zusätzliche Erdungsmaßnahmen, z. B. Tiefenerder.

Rundstahl Durchmesser 10 mm
nach DIN EN 50164-2

St/tZn

NIRO

Bandstahl 30 x 3,5 mm
nach DIN EN 50164-2

St/tZn

NIRO

Gebinde



Werkstoffe und deren Ausführungsformen für den Fundamenterder

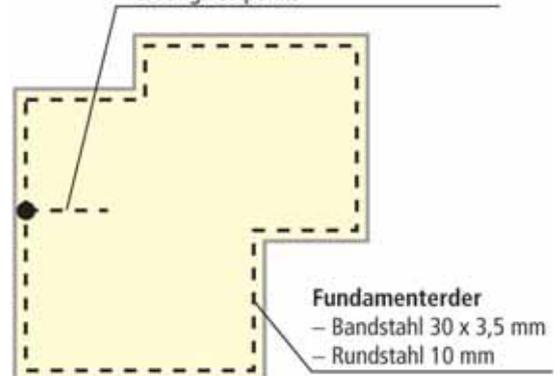


Anschlussfahnen aus NIRO

Anschlussfahne

min. 1,5 m lang, auffällig gekennzeichnet

- NIRO-Bandstahl 30 x 3,5 mm
- NIRO-Rundstahl 10 mm
- Rundstahl 10 mm verzinkt mit PVC-Mantel
- Erdungsfestpunkt



Anschlüsse nach außen und auch nach innen müssen generell korrosionsbeständig ausgeführt werden.

Geeignete Anschlusssteile sind z. B.

- hochlegierter Rund- (Durchmesser 10 mm) oder Flachstahl (Abmessung 30 mm x 3,5 mm) aus NIRO (V4A), Werkstoff-Nr. 1.4571, oder min. gleichwertig
- verzinkter Rundstahl (Durchmesser 10 mm) mit Kunststoffmantel,
- Erdungsfestpunkte.

Beim Einsatz von Rundstahl mit Kunststoffmantel ist besondere Montagesorgfalt aufgrund der Bruchgefahr des Kunststoffmantels bei tiefen Temperaturen und bei eventueller mechanischer Beanspruchung beim Befüllen und Verdichten der Baugrube, z. B. durch Steine, notwendig. Diese Gefahr besteht bei der Verwendung von NIRO (V4A) nicht.

Nach innen sollen Anschlussfahnen ab der Eintrittsstelle eine Länge von 1,5 m haben, und nach außen müssen sie über der Bodenoberkante ebenfalls eine Länge von 1,5 m aufweisen.

Vielfach werden Anschlussfahnen von nicht fachkundigen Arbeitskräften aus Unachtsamkeit abgeschnitten und können dann nur mit erheblichem Aufwand und hohen Kosten wieder hergestellt werden. Deshalb sollen Anschlussfahnen während der Bauphase auffällig gekennzeichnet werden. Mit der Schutzkappe für Anschlussfahnen kann diese deutliche Kennzeichnung und auch der Unfallschutz (z. B. bei Grat) realisiert werden.

Bewährt haben sich in der Vergangenheit Erdungsfestpunkte für den Anschluss an die Erdungsanlage oder den Potentialausgleich. Damit ist die Errichtung von korrosionsbeständigen Anschlüssen oder Durchführungen möglich. Durch den Einbau in die Schalung (bündig mit der Wand) können diese nicht „abgeschnitten“ werden, sodass nachträgliche Anschlüsse möglich sind.



Korrosionsfreie Anschlussfahne aus NIRO (V4A)



Schutzkappe auf Anschlussfahne



Anwendung Erdungsfestpunkt

Verbindungen

Die Verbindungen der Bestandteile des Fundamenterders sind dauerhaft elektrisch leitend und mechanisch fest auszuführen.

Natürliche Eisenkomponenten wie z. B. Stahlmatten, Armierungskörbe oder Armierungseisen steigern die Funktion des Fundamenterders und sind deshalb mit dem Fundamenterder zu verbinden. Diese Verbindungen sind in Abständen von **2 m** dauerhaft elektrisch leitend auszuführen.

Es können Schraub-, Klemm- oder Schweißverbindungen zum Einsatz kommen.

Diese Verbindungen werden rationell mittels Schraubverbindungen nach DIN EN 50164-1 (VDE 0185-201) „Blitzschutzbauteile Teil 1: Anforderungen für Verbindungsbauteile“ hergestellt.

Entsprechende Klemmen und Verbinder sind mit dem Symbol



in unserem Katalog Blitzschutz / Erdung gekennzeichnet.



Anwendung SV-Klemme



Anwendung Maxi-MV-Klemme



Anwendung Verbindungsklemme und SV-Klemme

Verbindungsklemmen für Bewehrungen Bauteile für Fundamenterder

Klemmen zum Verbinden von Betonstahlmatten oder Bewehrungen mit Rund- und Flachbleiten

Anordnung:
(||) = parallel
(+) = kreuz

für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| Art.-Nr. | 308 025 |
| Werkstoff | St02z |
| Klemmbereich Rd / Fl | (+) 6-10 / 6-10 |
| Klemmbereich Fl / Fl | (+) 6-10 / 30 |
| Schraube | M10x25 |
| Normenbezug | DIN EN 50164-1 |
| Kurzschlussstrom (50 Hz) | 1,0 |
| (I) <math>I_c < 300 </math> °C | 1A |
| VPE | 50 |

für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen

| | |
|--------------------------------|----------------|
| Art.-Nr. | 308 026 |
| Werkstoff | St02z |
| Klemmbereich Rd / Fl | (+) 6-10 / 30 |
| Klemmbereich Fl / Fl | (+) 6-10 / 30 |
| Schraube | M10x25 |
| Normenbezug | DIN EN 50164-1 |
| Kurzschlussstrom (50 Hz) | 1,0 |
| (I) <math>I_c < 300 </math> °C | 1A |
| VPE | 25 |

für T- und Kreuzverbindungen

| | |
|--------------------------------|----------------|
| Art.-Nr. | 308 030 |
| Werkstoff | St02z |
| Klemmbereich Rd / Fl | (+) 6-22 / 40 |
| Schraube | M12x40 |
| Werkstoff Schraube | St02z |
| Normenbezug | DIN EN 50164-1 |
| Kurzschlussstrom (50 Hz) | 1,0 |
| (I) <math>I_c < 300 </math> °C | 1A |
| VPE | 25 |

für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen mit Klemmbock

für den stabilen Anschluss von Rundbleiten oder für Endangriffspunkte mit gleichzeitiger Befestigung in der Schalung

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| Art.-Nr. | 308 031 |
| Werkstoff | St02z |
| Klemmbereich Rd / Rd | (+) 6-22 / 6-10 |
| Klemmbereich Rd / Fl | (+) 6-22 / 40 |
| Schraube | M12x40 |
| Werkstoff Schraube | St02z |
| Normenbezug | DIN EN 50164-1 |
| Kurzschlussstrom (50 Hz) | 1,0 |
| (I) <math>I_c < 300 </math> °C | 1A |
| VPE | 25 |

Schweißverbindungen erfordern die Zustimmung des verantwortlichen Bauingenieurs und besondere Kenntnisse des Monteurs sowie das notwendige Schweißgerät und Schweißwerkzeuge vor Ort.

Der Einsatz von Keilverbindern ist beim maschinellen Verdichten / Rütteln des Betons nicht zulässig. Beim Verwenden von Klemmen / Verbindern bei Erdungsanlagen für Mittelspannungs-Schaltanlagen ist deren Spezifikation für die 50 Hz Kurzschlussströme zu beachten.

Fundamentplatten

Der Fundamenterder wird bei bewehrten Fundamentplatten auf der untersten Bewehrungslage installiert. Bei fachgerechter Installation ist der Fundamenterder aus Rund- oder Bandstahl (verzinkt) allseitig mit min. 5 cm Beton umschlossen und damit korrosionsbeständig. Durch die hygroskopischen Eigenschaften des Betons ergibt sich in der Regel ein ausreichend geringer Erdausbreitungswiderstand.

Der Fundamenterder muss als geschlossener Ring im Bereich der Außenkanten der Fundamentplatte verlegt werden und stellt damit auch die Basis des Potentialausgleiches dar.

Bei der Ausführung des Fundamenterders sind Maschen von $\leq 20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ zu realisieren. Bei der Nutzung des Fundamenterders als Blitzschutzterder sind geringe Maschenweiten möglich.

Die Aufteilung in Maschen sowie die notwendigen Anschlusssteile / -fahnen oder Erdungsfestpunkte nach innen für den Potentialausgleich und nach außen für den Anschluss von Ableitungen des Äußeren Blitzschutzes sind zu beachten.

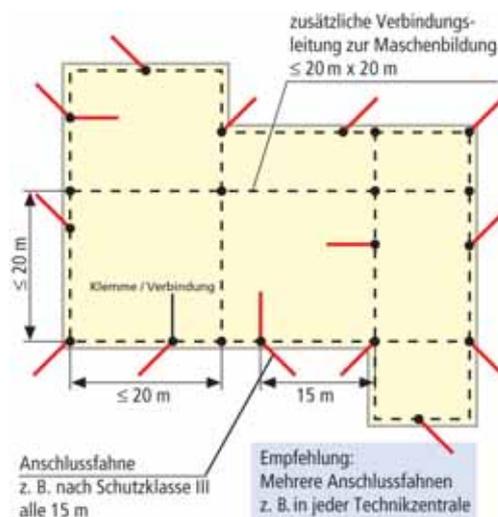
Durch die modernen Methoden des Einbringens von Beton in bewehrten Betonfundamenten mit anschließendem Rütteln / Verdichten ist sichergestellt, dass der Beton auch bei einer waagrechten Installation des Flachbandes "fließt" und ihn allseitig umschließt, so dass die Korrosionsbeständigkeit gegeben ist. Eine Hochkant-Verlegung des Flachbandes ist somit beim maschinellen Verdichten des Betons nicht notwendig.

Bewegungsfugen

Der Fundamenterder darf nicht über Bewegungsfugen verlegt werden. Er kann an diesen Stellen in der Nähe von Wänden herausgeführt und z. B. bei Betonwänden mittels Erdungsfestpunkten und Überbrückungsbändern verbunden werden.

Bei größeren Abmessungen der Fundamentplatte müssen die verlegten Maschen des Fundamenterders auch durch diese Bewegungsfugen (Abschnitte oder Trennfugen) ohne notwendiges Herausführen geführt werden. Hier können spezielle Dehnungsbänder eingesetzt werden, die Aussparungen im Beton mittels Styroporblock und integrierter beweglicher Verbindung erzeugen.

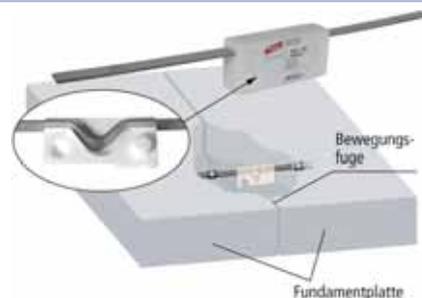
Das Dehnungsband wird in die Fundamentplatte so einbetoniert, dass sich der Styroporblock in einem Abschnitt befindet und das andere Ende lose im nächsten Abschnitt weitergeführt werden kann.



Fundamenterder mit Anschlusssteilen / -fahnen nach innen und außen



Fundamenterder mit Maschen



Überbrückungen des Fundamenterders

Folien bei Fundamentplatten

Häufig werden auf der Sauberkeitsschicht Folien aus Polyethylen mit einer Dicke von ca. 0,3 mm als Trennlage gelegt.

Diese Folien werden nur gering überlappend verlegt und stellen keine Abdichtung gegen Wasser dar.

Sie haben in der Regel nur einen geringen Einfluss auf den Erdausbreitungs-widerstand und können daher vernachlässigt werden. Der Fundamenterder kann somit im Beton der Fundamentplatte verlegt werden.

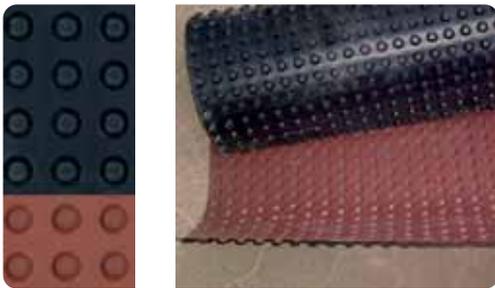


Folie bei Fundamentplatten

Noppenbahnen

Noppenbahnen werden als Ersatz der Sauberkeitsschicht für Fundamentplatten eingesetzt und „umhüllen“ häufig den gesamten Keller.

Diese Noppenbahnen werden aus Spezial-Polyethylen hoher Dichte und einer Dicke von ca. 0,6 mm (Noppenhöhe ca. 8 mm) hergestellt. Die einzelnen Bahnen haben eine Breite von ca. 2 - 4 m, werden überlappend verlegt (ca. 20 - 25 cm) und wirken daher auch abdichtend gegen Wasser. Bedingt dadurch kann der Fundamenterder nicht in der Fundamentplatte verlegt werden. Der Fundamenterder wird als Ringerder mit der entsprechen Maschenweite unterhalb der Noppenbahnen im Erdreich verlegt wie z. B. bei Perimeterdämmung oder geschlossenen Wannen. Hierfür ist der Werkstoff NIRO (V4A), Werkstoff-Nummer 1.4571, zu verwenden.



Detail der Noppenbahnen



Einsatz von Noppenbahnen

Geschlossene Wannen

Weißer Wanne aus Wasserundurchlässigem (WU) Beton

Wasserundurchlässiger Beton (WU-Beton) ist eine Betonart mit hohem Wassereindringungswiderstand. Geschlossene Wannen im Tiefbau aus WU-Beton werden umgangssprachlich auch "Weiße Wannen" genannt.

Bauwerke aus Beton mit hohem Wassereindringungswiderstand sind Konstruktionen, die ohne zusätzliche äußere, flächige Abdichtung erstellt werden und allein aufgrund des Betons und konstruktiver Maßnahmen wie Fugenabdichtung und Rissbreitenbegrenzung einen Wasserdurchtritt in flüssiger Form verhindern. Bei der Errichtung dieser WU-Bauwerke ist besondere Sorgfalt notwendig, da alle Bestandteile des Bauwerks wie z. B. Fugenabdichtungen, Einführung für Wasser, Gas, Strom, Telefon (in Form von Mehrspartenhaufeinführungen), Abwasserleitungen, sonstige Kabel oder Leitungen, Anschlüsse für den Fundamenterder oder Potentialausgleich, dauerhaft wasserdicht oder druckwasserdicht ausgeführt werden müssen. Der Errichter steht für die Wasserdichtheit des Bauwerks in der Verantwortung.

Der Begriff WU-Beton ist durch die aktuelle Normung im Bereich der Betonherstellung nicht mehr definiert. Die Betongüte z. B. mit der Bezeichnung C20/25 definiert die Druckfestigkeit (Zylinder / Würfel in N/mm²) des Betons. Ausschlaggebend für die Wasserundurchlässigkeit von Betonmischungen ist der Zementanteil. Dieser liegt bei 1 m³ WU-Beton bei mindestens 320 kg Zement (mit niedriger Hydratationswärme). Wichtig sind auch ein geringes Schwindmaß des Betons und die empfohlene Mindestbetondruckfestigkeit C25/30. Ein weiterer wichtiger Wert ist der sogenannte Wasser-Zement-Wert (WZ-Wert), der unter 0,6 liegen muss.

Im Gegensatz zu früheren Jahren ist das Eindringen von Feuchtigkeit im Bereich von einigen Zentimetern in die Weiße Wanne nicht mehr gegeben. Heute kann der verwendete Beton mit einem hohem Wassereindringungswiderstand nur noch im Bereich von ca. 1,5 cm Wasser aufnehmen. Da der Fundamenterder aber von min. 5 cm Beton umschlossen sein muss (Korrosion), ist der Beton nach dem Eindringbereich des Wassers als elektrischer Isolator zu betrachten. Somit ist keine Erdfähigkeit mehr gegeben.

Aus diesem Grund ist bei Gebäuden mit Weißer Wanne ein Ringerder unterhalb der Fundamentplatte in der Sauberkeitsschicht oder Erdreich mit einer Maschenweite von $\leq 20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ zu verlegen.

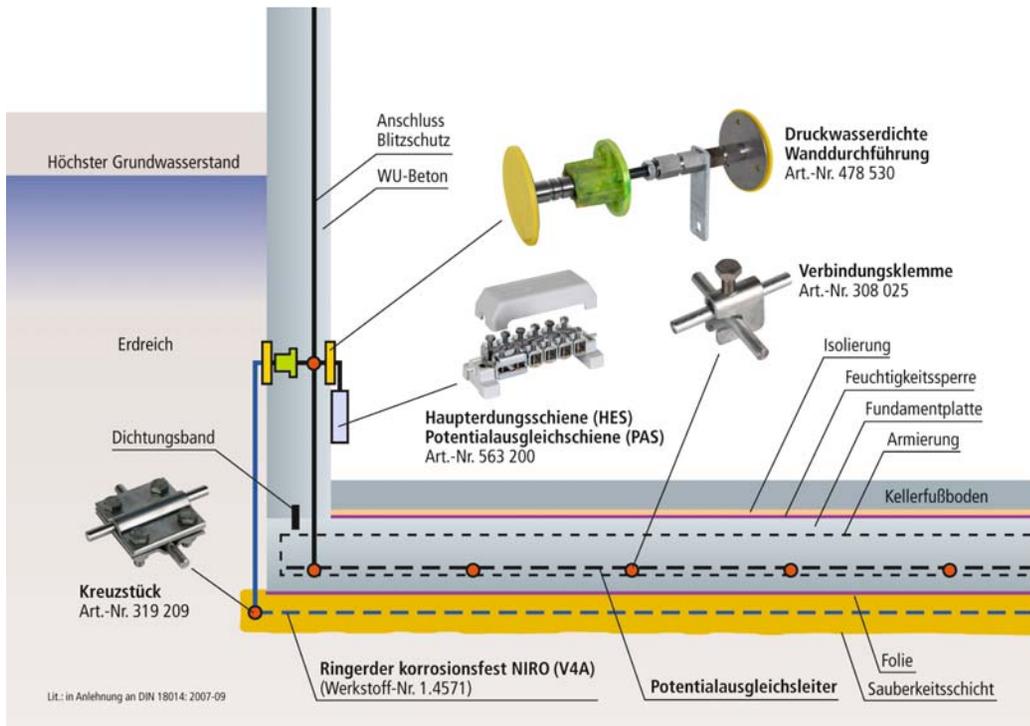
Wird für das Gebäude ein Blitzschutzsystem errichtet oder gelten EMV-Anforderungen, muss zusätzlich in der Fundamentplatte ein Potentialausgleichsleiter mit der Maschenweite $\leq 20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ und unterhalb im Erdreich oder der Sauberkeitsschicht ein Ringerder mit der Maschenweite $\leq 10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ errichtet werden. Dies ist in der DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) gefordert.

Durch die Maßnahme der reduzierten Maschenweite soll beim Blitzeinschlag ein möglicher Durchschlag zwischen dem Potentialausgleichsleiter / Bewehrung und der Abdichtung (Beton) auf den darunter installierten Ringerder verhindert werden.

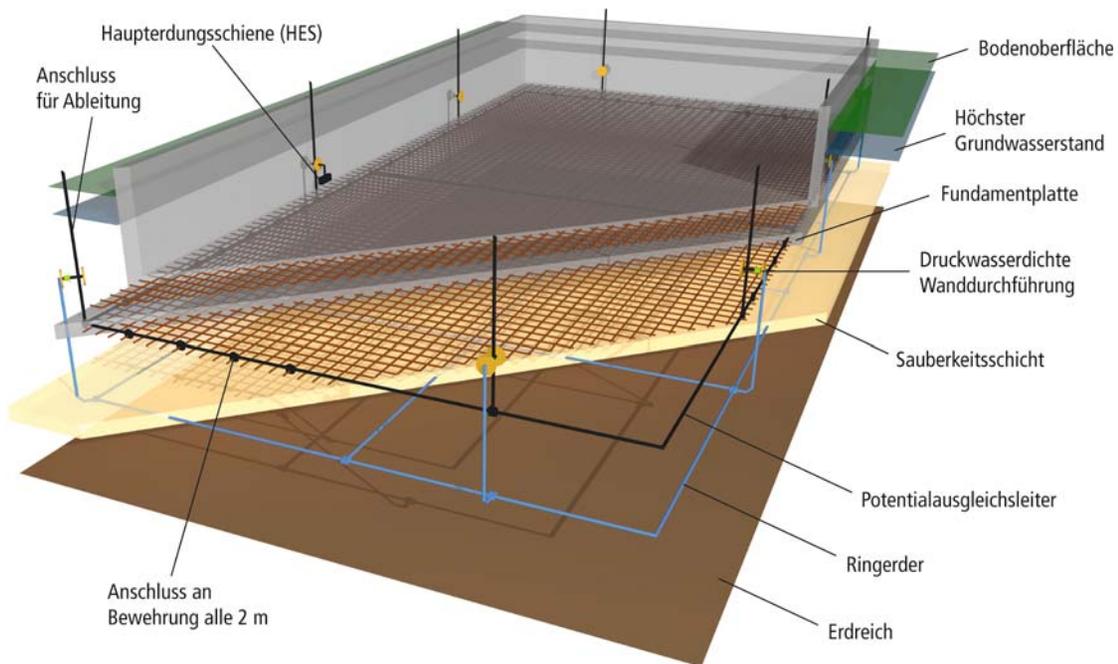
Der unterhalb der Fundamentplatte installierte Ringerder ist mit dem „einbetonierten“ Potentialausgleichsleiter, der Bewehrung und sollte mit jeder Ableitung des Blitzschutzsystems verbunden werden, um als vermaschtes Potentialausgleichsnetz zu wirken. Diese Verbindungen können oberhalb des Grundwasserspiegels oder unterhalb mit druckwasserdichten Durchführungen hergestellt werden.

Aufgrund der Nutzungsdauer von neu errichteten Gebäuden und der möglichen Nutzungsänderung (mit Blitzschutz oder EMV-Anforderungen) empfiehlt es sich, vorausschauend zu planen und den Ringerder bereits mit einer Maschenweite $\leq 10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ zu errichten und auch einen Potentialausgleichsleiter in der Fundamentplatte zu installieren, da ein nachträgliches Einbringen nicht mehr möglich ist.

Die Anordnung des Ringerders und des Potentialausgleichsleiters in einer Weißen Wanne zeigen die nachfolgenden Grafiken.



Anordnung des Ringerders und Potentialausgleichsleiters bei einer Weißen Wanne



Räumliche Darstellung vom Ringerder, Potentialausgleichsleiter und der Verbindungen mittels druckwasserdichter Wanddurchführungen

Geschlossene Wannen

Wasserdichte Wanddurchführung für Weiße Wanne

Der elektrische Anschluss an den Ringerder ist wasser- und durchlässig auszuführen. DEHN + SÖHNE hat bei der Entwicklung der wasserdichten Wanddurchführung die Anforderungen, die an Weiße Wannen gestellt werden, auch auf das Produkt übertragen. So wurde bei der Entwicklung explizit darauf geachtet, dass möglichst reale Bauteileanforderungen abgebildet werden.

Die Prüflinge wurden in einem Betonkörper einbetoniert (Bild 1) und anschließend einer Druckwasserprüfung unterzogen. In der regulären Bautechnik sind Einbausituationen bis zu einer Tiefe von 10 m üblich (z. B. Tiefgaragen). Diese Einbausituation wurde auf die Prüflinge übertragen indem sie mit einem Wasserdruck von 1 bar beaufschlagt wurden (Bild 2).

Nach dem Aushärtevorgang des verwendeten Betons erfolgte die Prüfung mit Wasserdruck. Durch eine Langzeitprüfung über 65 Stunden erfolgte die Kontrolle auf Wasserdichtheit.

Einen erhöhten Schwierigkeitsgrad bei Wanddurchführungen stellt die Kapillarwirkung dar. Darunter ist zu verstehen, dass sich Flüssigkeiten (z. B. Wasser) in engen Spalten oder Röhren des Betons verschieden gut ausbreiten und sich somit förmlich in das Gebäudeinnere ziehen und saugen. Diese möglichen engen Spalten oder Röhren können durch den Aushärtevorgang und dem damit verbundenen Schwundverhalten des Betons verursacht werden.

Auch während des Einbaus der Wanddurchführung in die Schalung ist es deshalb wichtig, fachgerecht und korrekt zu arbeiten. Dies ist im Detail in der zugehörigen Montageanleitung beschrieben.

Wasserdichte Wanddurchführung für Weiße Wanne:

z. B. Art.-Nr. 478 550

- Geprüft mit Druckluft 5 bar nach DIN EN 50164-5 Ausführung für den Schalungseinbau mit Wassersperre und beidseitigem Doppelgewinde M10/12 zum Anschluss z. B. an den Ringerder und an die Potentialausgleichsschiene.
- Verstellbar je nach Wandstärke mit Gewinde M10 und Kontermutter. Die Durchführung kann gegebenenfalls auch am Gewinde gekürzt werden.
- Inkl. Anschlussstück (St/tZn Abm. 30 x 4 mm) mit Vierkantloch für den Anschluss mit Klemmbock bei Rundleitern oder Kreuzstück bei Flachbändern.



Wanddurchführung mit Schalungseinbau



Prüfaufbau (Schnittbild) mit Anschluss für die Druckwasserprüfung



Wasserdichte Wanddurchführung



Bitumenbahnen als Abdichtung

Schwarze Wanne

Der Name "Schwarze Wanne" ergibt sich aus der außen im Erdreich auf das Gebäude aufgetragenen mehrlagigen, schwarzen Bitumenbeschichtung zur Abdichtung des Gebäudes. Der Gebäudekörper wird mit Bitumen- / Teermasse angestrichen, auf die dann in der Regel bis zu drei Lagen Bitumenbahnen aufgebracht werden.

Ein in die Fundamentplatte oberhalb der Abdichtung eingebrachter Ringleiter kann zur Potentialsteuerung in dem Gebäude dienen. Durch die hochohmige Isolation nach außen ist jedoch eine Erderwirkung nicht gegeben.

Wird für das Gebäude ein Blitzschutzsystem errichtet oder gelten EMV-Anforderungen, muss zusätzlich in der Fundamentplatte ein Potentialausgleichsleiter mit der Maschenweite $\leq 20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ und unterhalb im Erdreich oder in der Sauberkeitsschicht ein Ringerder mit der Maschenweite $\leq 10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ errichtet werden. Dies ist in der DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) gefordert.

Das Einführen des äußeren Ringerders in das Gebäudeinnere sollte nach Möglichkeit oberhalb der Gebäudeabdichtung erfolgen, also über dem höchsten Grundwasserstand, um auch langfristig eine dichte Gebäudewanne sicherzustellen. Eine druckwasserdichte Durchdringung ist nur mit speziellen Bauteilen möglich.

Perimeterdämmung

In der heutigen Bautechnik werden die verschiedenartigen Fundamente in den unterschiedlichsten Ausführungsformen und Abdichtungsvarianten errichtet.

Auf die Ausführungen der Streifenfundamente und der Fundamentplatten haben die Wärmeschutzverordnungen ebenfalls Einfluss genommen. Im Bezug auf die Fundamentertder, die bei Neubauten auf Basis der DIN 18014 errichtet werden, hat die Abdichtung / Isolierung Auswirkung auf deren Einbringung und Anordnung.

Mit "Perimeter" wird der erdberührte Wand- und Bodenbereich eines Gebäudes bezeichnet. Die Perimeterdämmung ist die Wärmedämmung, die das Bauwerk von außen umschließt. Die außen auf der Abdichtungsschicht liegende Perimeterdämmung kann den Baukörper wärmebrückenfrei umschließen und bildet zusätzlich Schutz der Abdichtung vor mechanischer Beschädigung.

Eine entscheidende Größe bei der Betrachtung der Auswirkungen von Perimeterdämmungen auf den Ausbreitungswiderstand von Fundamentertdern bei herkömmlicher Anordnung in der Fundamentplatte stellt der spezifische Widerstand der Perimeterdämmplatten dar.

So wird z. B. für einen Polyurethan-Hartschaum mit der Rohdichte 30 kg/m^3 ein spezifischer Widerstand von $5,4 \cdot 10^{12} \Omega\text{m}$ angegeben. Demgegenüber liegt der spezifische Widerstand von Beton zwischen $150 \Omega\text{m}$ und $500 \Omega\text{m}$. Allein hieraus lässt sich ableiten, dass bei lückenloser Perimeterdämmung ein herkömmlich im Fundament angeordneter Fundamentertder praktisch keine Wirkung hat. Die Perimeterdämmung wirkt demnach als elektrischer Isolator.

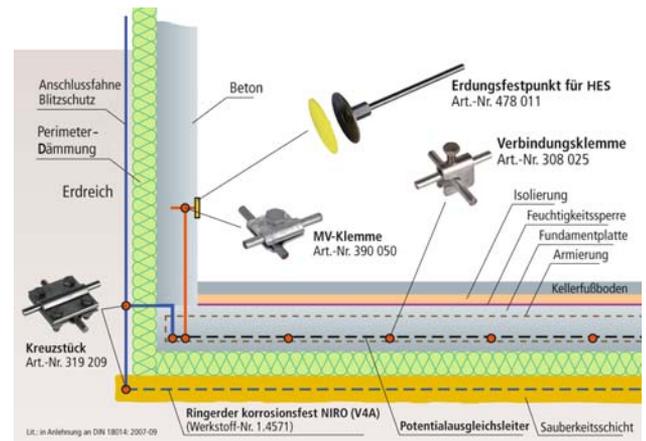
Bei einer gesamten Dämmung der Fundamentplatte und der Außenwände (Voll-Perimeterdämmung) ist der Ringertder unterhalb der Fundamentplatte in der Sauberkeitsschicht oder im Erdreich mit der entsprechenden Masche einzubringen. Hierbei muss ein korrosionsbeständiger Erderwerkstoff aus NIRO (V4A), z. B. Werkstoff-Nr. 1.4571, verwendet werden.



Ringerter bei Perimeterdämmung



Detailbild Ringerter



Anordnung des Fundamentertders bei einer Fundamentplatte mit Perimeterdämmung (vollisoliert)



Fundamenterder bei Einzelfundamenten mit Anschlussfahne

Einzel fundamente / Punktfundamente

Im Industriebau werden häufig Einzelfundamente, auch als Punktfundamente bezeichnet, errichtet. Diese Einzelfundamente dienen als Gründung, z. B. für Stahlstützen oder Betonträger von Hallen. Eine Fundamentplatte wird nicht errichtet. Auch diese Bauwerke benötigen eine funktionsfähige Erdungsanlage. Deshalb sind in diesen Einzelfundamenten ebenfalls Erdungsmaßnahmen notwendig. Bei Abständen der Einzelfundamente von mehr als 5 m wird in jedes ein Fundamenterder mit verlegt. Sind die Abstände ≤ 5 m, so muss nur in jedes zweite Einzelfundament ein Fundamenterder installiert werden.

Der Fundamenterder aus Rund- oder Flachstahl (verzinkt) muss innerhalb der Einzelfundamente eine Länge von min. 2,5 m aufweisen und mit min. 5 cm Beton umschlossen sein.

Diese „einzelnen Erdungsanlagen“ müssen zu einem geschlossenen Ring untereinander verbunden werden, damit keine Potentialdifferenzen innerhalb der Erdungsanlage entstehen. Die Verbindung sollte auf dem untersten Geschoss erfolgen. Werden die Verbindungsleitungen im Erdreich geführt, sind sie mit korrosionsgeschütztem Material, z. B. Rundstahl 10 mm, NIRO (V4A), Werkstoff-Nr. 1.4571, oder gleichwertig, auszuführen.

Werden diese Einzelfundamente, z. B. aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (WU-Beton) errichtet, ist ein Ringerder aus NIRO (V4A) mit einer Maschenweite ≤ 20 m x 20 m im Erdreich zu verlegen.



Anwendung Abstandshalter mit Kreuzstück

Streifen fundamente (ohne Bewehrung)

In unbewehrten Fundamenten, wie z. B. in Streifenfundamenten von Wohngebäuden, müssen Abstandshalter verwendet werden. Nur durch den Einsatz der Abstandshalter im Abstand von ca. 2 m ist sichergestellt, dass der Fundamenterder "hochgehoben" wird und allseitig mindestens 5 cm von Beton umschlossen werden kann. Wird dieser Beton maschinell verdichtet (gerüttelt) ist der Einsatz eines Keilverbinders nicht zulässig. Kann infolge des hochverdichteten Untergrunds (Mineralbeton mit Steinen usw.) kein Abstandshalter eingesetzt werden, so besteht nur die Möglichkeit, den Fundamenterder direkt auf den Untergrund zu legen und dabei den Werkstoff NIRO (V4A) zu verwenden.

Streifen fundamente (mit Bewehrung)

Bei Streifenfundamenten mit Bewehrung wird der Fundamenterder als geschlossener Ring im Beton verlegt. Die Bewehrung wird ebenfalls mit einbezogen und dauerhaft elektrisch leitend verbunden. Bedingt durch eine mögliche Korrosion ist zu beachten, dass der Fundamenterder 5 cm von Beton umschlossen sein muss. Für die Ausführung der Anschlüsse / Anschlussfahnen gilt die vorher beschriebene Forderung nach dem Werkstoff NIRO (V4A).

Stahlfaserbeton

Bei Stahlfaserbeton handelt es sich um einen Baustoff, der durch Einmischen von Stahlfasern in den Frischbeton hergestellt wird. Im Gegensatz zu Beton ohne Fasern kann Stahlfaserbeton innerhalb gewisser Grenzen auch auf Zug belastet werden (Nachrisszugfestigkeit), so dass die sonst üblicherweise verwendete Betonstahlbewehrung in vielen Fällen vollständig ersetzt werden kann. Stahlfaserbeton wird vor Ort direkt geschüttet oder gepumpt.

Hauptanwendungsgebiet in Deutschland sind der Industrie- und Wohnungsbau. Die dort verwendeten Stahlfasern haben in der Regel eine Länge von 50 - 60 mm sowie einem Durchmesser von 0,75 - 1,00 mm. Die am häufigsten verwendeten Stahlfasern sind gerade und mit Endhaken versehen oder gewellt. Der erforderliche Anteil der Stahlfasern hängt sowohl von der Beanspruchung der Bodenplatte als auch von der Leistungsfähigkeit der verwendeten Stahlfasern ab. Grundlage für die Wahl der erforderlichen Faserart und -menge ist eine statische Berechnung.

Da Stahlfasern die elektrische Leitfähigkeit von Beton nur unwesentlich beeinflussen, muss für Erdungsmaßnahmen bei reinen Stahlfaserbetonplatten ein Erder mit einem Maschennetz $\leq 20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ aufgebaut werden. Der Erdleiter kann in den Beton eingebracht werden und muss aus Korrosionsschutzgründen allseitig 5 cm vom Beton umschlossen sein, wenn er aus verzinktem Werkstoff besteht. Dies ist vor Ort nicht in allen Fällen zielsicher umsetzbar. Es empfiehlt sich daher, unterhalb der späteren Fundamentplatten einen korrosionsbeständigen Ringerder aus Edelstahl NIRO (V4A), Werkstoff-Nr. 1.4571, zu verlegen. Die entsprechenden Anschlussfahnen sind zu berücksichtigen.



Ansicht Lagerhalle
Quelle: www.bekaert.com/building



Frischbeton mit Stahlfasern
Weitere Informationen unter www.vdsev.de

Dokumentation

Nach DIN 18014 ist über die Erdungsanlage eine Dokumentation anzufertigen. In der Dokumentation ist das Ergebnis der Durchgangsmessung einzutragen. Die Ausführungspläne und ggf. Fotografien der Erdungsanlage sind beizulegen.

Das Formular steht auch im Internet unter www.dehn.de zur Verfügung. Es kann heruntergeladen und anschließend ausgefüllt werden.

DEHN-Formblatt-Nr. 2120/0710

Seite 1

Dokumentation der Erdungsanlage nach DIN 18014

Ersteller _____ Datum _____ Bericht-Nr. _____



| | |
|-------------------------------------|--|
| Eigentümer des Gebäudes | Name: _____ Straße: _____ PLZ, Ort: _____ |
| Angaben zum Gebäude | Standort: _____ Nutzung: _____ Bauart: _____ Art des Fundamentes: _____ Bauunternehmer: _____ Baujahr: _____ |
| Planer der Erdungsanlage | Name: _____ Straße: _____ PLZ, Ort: _____ |
| Errichter der Erdungsanlage | <input type="checkbox"/> Elektro-Fachbetrieb <input type="checkbox"/> Blitzschutz-Fachbetrieb <input type="checkbox"/> Bauunternehmen mit der Aufsicht von Elektro-/Blitzschutz-Fachkraft Firma: _____ Name: _____ Straße: _____ PLZ, Ort: _____ |
| Verwendung der Erdungsanlage | <input type="checkbox"/> Schutzerdung für elektrische Sicherheit Funktionserdung für: <input type="checkbox"/> Blitzschutzsystem <input type="checkbox"/> Antennenanlage <input type="checkbox"/> _____ Gelten weitere Anforderungen an die Erdungsanlage z. B. 50 Hz-Kurzschlussströme (DIN VDE 0101/0141) <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |
| Ausführung der Erdungsanlage | Art der Erdungsanlage: <input type="checkbox"/> Fundamenterder <input type="checkbox"/> Ringerder Werkstoff Fundamenterder: <input type="checkbox"/> Stahl blank <input type="checkbox"/> Stahl verzinkt Werkstoff Ringerder: <input type="checkbox"/> Edelstahl NIRO (V4A) <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Rundmaterial <input type="checkbox"/> Bandmaterial <input type="checkbox"/> _____ nach DIN EN 50164-2 (VDE 0185-202) Abmessungen: _____ Entsprechen die Verbindungselemente den Anforderungen nach DIN EN 50164-1 (VDE 0185-201) <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Anschlusssteile innen: <input type="checkbox"/> Edelstahl NIRO (V4A) <input type="checkbox"/> Erdungsfestpunkt <input type="checkbox"/> St/tZn mit Kunststoffummantelung <input type="checkbox"/> _____ Anschlusssteile außen: <input type="checkbox"/> Edelstahl NIRO (V4A) <input type="checkbox"/> Erdungsfestpunkt <input type="checkbox"/> St/tZn mit Kunststoffummantelung <input type="checkbox"/> _____ |

DEHN + SÖHNE
GmbH + Co.KG.

Hans-Dehn-Str. 1
Postfach 1640
92306 Neumarkt
Germany

Tel. 09181 906-0
Fax 09181 906-100

Dokumentation der Erdungsanlage nach DIN 18014

Ersteller _____ Datum _____ Bericht-Nr. _____

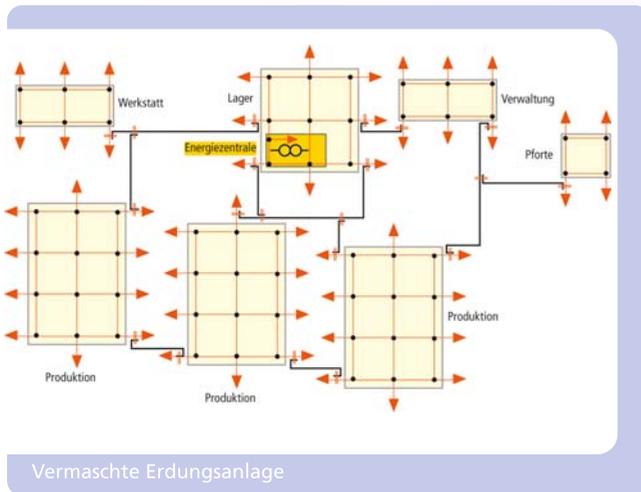


| | | | |
|---|---|---|---|
| Beschreibung, Zeichnungen, Bilder | <input type="checkbox"/> äußeres Blitzschutzsystem | <input type="checkbox"/> liegen nicht vor | <input type="checkbox"/> Zeichnung Nr.: _____ |
| | <input type="checkbox"/> Erdungsanlage | <input type="checkbox"/> liegen vor | <input type="checkbox"/> Bild Nr.: _____ |
| Zweck der Dokumentation | <input type="checkbox"/> Abnahme / Übergabe <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Wiederholungsprüfung | | |
| Bodenbeschaffenheit: | <input type="checkbox"/> felsig / steinig | <input type="checkbox"/> Kies | <input type="checkbox"/> _____ |
| | <input type="checkbox"/> Sand | <input type="checkbox"/> Lehm | <input type="checkbox"/> _____ |
| Bodeneigenschaften: | <input type="checkbox"/> trocken | <input type="checkbox"/> feucht | <input type="checkbox"/> nass |
| Prüfergebnis: | Die Anlage stimmt mit den vorliegenden Plänen überein | | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |
| | Die Anlage ist ohne Mängel bzgl. der Anforderungen nach DIN 18014 | | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |
| | Die Prüfung hat folgende Mängel ergeben: | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| Der Prüfbericht besteht aus diesem Blatt und nebenstehenden Anlagen (z. B. Zeichnungen, Fotos) | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |
| | _____ | | |

_____ Ort _____ Datum _____ Unterschrift des Prüfers _____

Hinweis für den Eigentümer des Gebäudes

- Der Eigentümer des Gebäudes hat für die Beseitigung der Mängel zu sorgen.
- Bei baulichen Veränderungen oder Veränderung der Nutzung des Gebäudes ist umgehend der Fachbetrieb zu verständigen.



Vermaschte Erdungsanlage bei Industrieobjekten

Besteht eine größere bauliche Anlage aus mehr als einem Gebäude und existieren elektrische und elektronische Verbindungsleitungen zwischen diesen, so kann durch einen Zusammenschluss der einzelnen Erdungssysteme der (Gesamt-) Erdwiderstand verkleinert werden.

Zusätzlich werden die Potentialdifferenzen zwischen den Gebäuden deutlich verringert. Dabei wird die Spannungsbeanspruchung der elektrischen und informationstechnischen Verbindungsleitungen deutlich reduziert.

Die Verbindung der einzelnen Erdungssysteme der Gebäude untereinander sollte ein Maschennetz ergeben. Das Erdungsmaschennetz ist so aufzubauen, dass es dort an den Erdungsanlagen ansetzt, wo auch die senkrechten Ableitungen des Blitzschutzsystems verbunden werden.

Die Potentialdifferenzen zwischen den Gebäuden sind im Falle eines Blitzeinschlags um so geringer, je engmaschiger das Maschennetz der Erdung aufgebaut wird. Dies hängt von der Gesamtfläche der baulichen Anlage ab. Als wirtschaftlich haben sich Maschenweiten von 20 m x 20 m bis zu 40 m x 40 m erwiesen.

Sind z. B. hohe Abluftkamine (bevorzugte Blitzeinschlagstellen) vorhanden, dann sollten um den betreffenden Anlagenteil herum die Verbindungen enger und nach Möglichkeit sternförmig mit ringförmigen Querverbindungen (Potentialsteuerung) angelegt werden. Bei der Materialauswahl für die Leiter des Erdungsmaschennetzes ist die Korrosion zu berücksichtigen. Deshalb empfiehlt es sich, im Beton (z. B. im Verbindungskanal) Stahl verzinkt und im Erdreich NIRO (V4A), Werkstoff.-Nr. 1.4571, zu verwenden.

50 Hz Strombelastbarkeit von Erdleitungen, Potentialausgleichsverbinding und Verbindungselementen

In elektrischen Anlagen wirken Betriebsmittel verschiedener elektrischer Systeme zusammen:

- Hochspannungstechnik (HS-Systeme)
- Mittelspannungstechnik (MS-Systeme)
- Niederspannungstechnik (NS-Systeme)
- Informationstechnik (IT-Systeme)

Basis für ein zuverlässiges Zusammenwirken der verschiedenen Systeme sind eine gemeinsame Erdungsanlage und ein gemeinsames Potentialausgleichssystem. Es ist wichtig, dass alle Leiter, Klemmen und Verbinder für die verschiedenartigen Anwendungsfälle spezifiziert sind.

Für Gebäude mit integrierten Transformatoren ist die DIN VDE 0101 (VDE 0101) „Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV“ zu beachten.

Beim Einsatz in HS-/MS- und NS-Systemen ist es Voraussetzung, dass die Leiterwerkstoffe und Verbindungselemente den Beanspruchungen durch 50 Hz-Ströme standhalten. Bedingt durch die prospektiven Kurzschlussströme (50 Hz) müssen die Querschnitte des Erderwerkstoffs für die verschiedenen Anlagen / Gebäude speziell ermittelt werden. Erdkurzschlussströme (normative Forderung Doppelerdkurzschlussstrom I''_{kEE}) dürfen nicht zu unzulässiger Erwärmung der Bauteile führen.

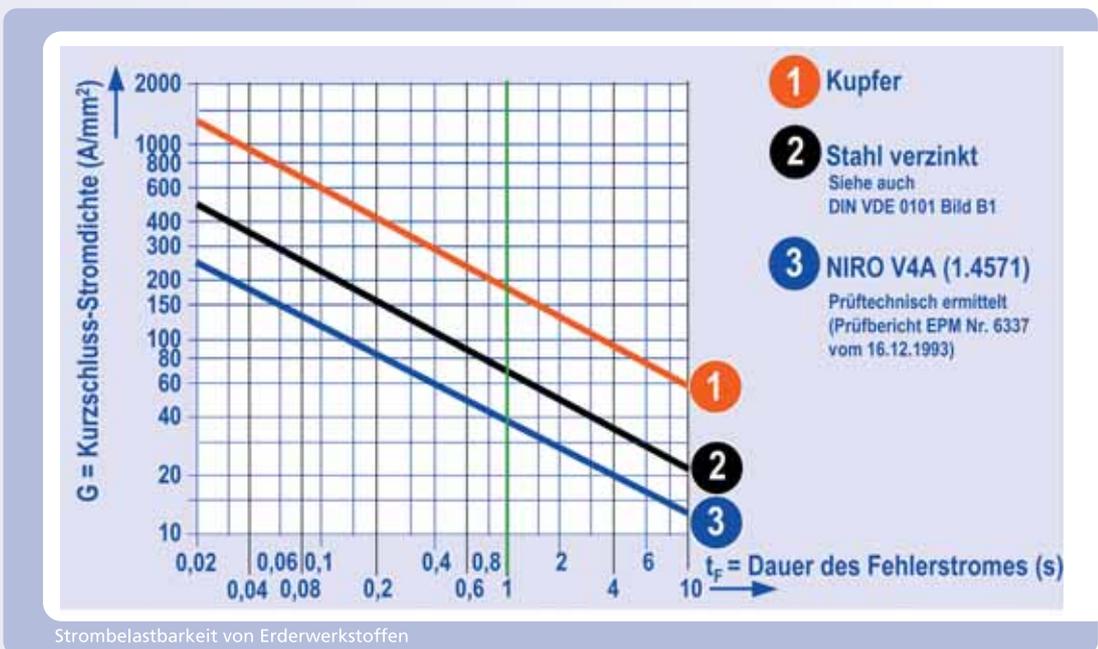
Gibt es keine speziellen Vorgaben des Netzbetreibers (NB) werden standardisiert die Dauer des Fehlerstromes (Abschaltzeit) mit 1 Sekunde und die maximal zulässige Temperatur 300°C der verwendeten Werkstoffe der Erdungsleiter und der Verbindungsbauteile / Klemmen zugrunde gelegt. Maßgeblich für die Auswahl des Erdungsleiterquerschnittes sind der Werkstoff und die Stromdichte G (in A/mm^2), bezogen auf die Dauer des Fehlerstromes.

Detaillierte Werte für den Kurzschlussstrom (I_k) für die Stromflussdauer von 1 s der Erdungsleiter, Tiefenerder und verschiedener Verbindungsbauteile / Klemmen können dem Hauptkatalog Blitzschutz / Erdung oder den Produktdatenblättern (www.dehn.de – Produktdaten) entnommen werden.



Ringpotentialausgleich

Die Grafik zeigt die zulässige 50 Hz-Kurzschlussstromdichte (G) für die Leiterwerkstoffe Kupfer, Stahl und hochlegierter Edelstahl NIRO (V4A) Werkstoff Nr. 1.4571.



Strombelastbarkeit von Erderwerkstoffen

Nachfolgend wird die Berechnung des Erdkurzschlussstromes für die Auslegung des Erdleiters aufgezeigt:

Variante 1

Spezifikation des 3-poligen Kurzschlussstromes durch den Anlagenbetreiber z. B. $I''_{k3} \approx 15000 \text{ A}$

Variante 2

Die Berechnung wird für den theoretisch ungünstigsten Fall (worst case) durchgeführt, mit der Annahme, dass die ein-speisende Spannung nicht zusammenbricht (konstant bleibt).

Für die Bestimmung des max. 3-poligen Kurzschlussstromes wird die Kurzschlussspannung (u_k) zugrunde gelegt. Der 3-polige Kurzschlussstrom I''_{k3} ist der max. 3-polige Kurzschlussstrom am Trafo bei Vernachlässigung einer Impedanz am Fehlerort ($Z = 0$).

In dem Berechnungsbeispiel wird exemplarisch ein Trafo mit folgenden Daten betrachtet:

Nennleistung des Trafos $S = 630 \text{ kVA}$
 Nennspannung niederspannungsseitig $U = 400 \text{ V}$
 Kurzschlussspannung $u_k = 6,05 \%$

Auslegung auf Kurzschluss

Lineare Umrechnung über die Kurzschlussspannung (worst case):

$$I''_{k3} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U \cdot u_k}$$

$$I''_{k3} = \frac{630 \cdot 10^3 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,0605} \approx 15000 \text{ A}$$

Für die Dimensionierung des Querschnittes eines Erdungsleiters / Erdungssammelleiters ist der ungünstigste Fall eines Doppelerdkurzschlusses in einer Anlage anzunehmen. Daher sind Erdungsanlagen auf den Doppelerdkurzschlussstrom I''_{KEE} auszulegen.

$$I''_{KEE} = 0,85 \cdot I''_{k3}$$

$$I''_{KEE} = 0,85 \cdot 15000 \text{ A} \approx 12750 \text{ A}$$

Der Faktor 85 % für die Dimensionierung des Erdkurzschlussstromes auf Basis des 3-poligen Erdkurzschlussstromes ergibt sich aus der Norm DIN VDE 0101 "Starkstromanlagen mit Wechselspannungen über 1 kV".

Für diesen Doppelerdkurzschlussstrom I''_{KEE} ist die Erdungsleitung / der Schutzpotentialausgleichsleiter direkt bis zum Transformator auszulegen.

Bei dieser vereinfachten Berechnung werden die Reduktionsfaktoren z. B. über die Kabelschirme nicht berücksichtigt.

Verteilt sich der Erdkurzschlussstrom über die Erdungsleitung / Schutzpotentialausgleichsleiter zum Trafo in der Masche eines Systems (Erdungssammelleiter oder vermaschtes Erdungssystem), kann davon ausgegangen werden, dass der Strom sich an dem Knotenpunkt in 2 Richtungen aufteilt. Mit ausreichender Genauigkeit kann die Unsymmetrie in der Vermaschung des Erdungssystems mit 65 % angenommen werden.

Der zu berücksichtigende Erdkurzschlussstrom für dieses Erdungssystem (Erdungssammelleiter oder vermaschtes Erdungssystem) wird in unserem Beispiel als I''_{KEE} (Zweig) bezeichnet.

$$I''_{KEE} \text{ (Zweig)} = 0,65 \cdot I''_{KEE}$$

$$I''_{KEE} \text{ (Zweig)} = 0,65 \cdot 12750 \text{ A} \approx 8300 \text{ A}$$

Für die Dimensionierung des Querschnittes dieses Erdungssystems wird somit ein Strom $I''_{KEE} \text{ (Zweig)} = 8300 \text{ A}$ zugrunde gelegt.

Bestimmung des resultierenden Querschnittes

Der Leiterquerschnitt ergibt sich aus dem Werkstoff und der Abschaltzeit. Für verschiedene Werkstoffe wird in der VDE 0101 die maximale Kurzschlussstromdichte $G \text{ (A/mm}^2\text{)}$ spezifiziert (siehe VDE 0101 Bild B1).

| Zeit | St/tZn | Kupfer | NIRO (V4A) |
|-------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 0,3 s | 129 A/mm ² | 355 A/mm ² | 70 A/mm ² |
| 0,5 s | 100 A/mm ² | 275 A/mm ² | 55 A/mm ² |
| 1 s | 70 A/mm ² | 195 A/mm ² | 37 A/mm ² |
| 3 s | 41 A/mm ² | 112 A/mm ² | 21 A/mm ² |
| 5 s | 31 A/mm ² | 87 A/mm ² | 17 A/mm ² |

Tabelle: Kurzschlussstromdichte G

Dieser rechnerisch ermittelte Strom wird nun durch die Stromdichte G des jeweiligen Werkstoffes und der zugeordneten Abschaltzeit dividiert und so der Mindestquerschnitt A_{\min} des Leiters ermittelt.

$$A_{\min} = \frac{I''_{KEE} \text{ (Zweig)}}{G} \text{ [mm}^2\text{]}$$

Mit dem so errechneten Querschnitt kann die Auswahl des Leiters getroffen werden. Dabei wird immer auf den nächst größeren Nennquerschnitt aufgerundet.

Legende:

| | | |
|-------------|-------------------------------|----------------------|
| S | Nennleistung | [VA] |
| U | Nennspannung (Niederspannung) | [V] |
| u_k | Kurzschlussspannung | [%] |
| I_k | Kurzschlussstrom | [A] |
| I''_{k3} | 3-poliger Kurzschlussstrom | [A] |
| I''_{KEE} | Doppelerdkurzschlussstrom | [A] |
| G | Kurzschlussstromdichte | [A/mm ²] |
| A_{\min} | Mindestquerschnitt | [mm ²] |

Verbindungsklemmen für Bewehrungen

Der Fundamenterder muss alle 2 m mit der Bewehrung der Fundamentplatte verbunden werden. Für diese Verbindungen gibt es unterschiedliche Möglichkeiten.

Die Klemmverbindung hat sich dabei als die wirtschaftlichste Verbindungsart herausgestellt, denn sie kann einfach und schnell vor Ort erstellt werden. Auch sind entsprechend der aktuellen Blitzschutznormung u. a. Bewehrungsstähle als natürliche Bestandteile der Ableiteinrichtung zu verwenden.

Die Tabelle unten zeigt eine Übersicht der Nenn- und Außendurchmesser sowie der Querschnitte der Bewehrungsstähle nach DIN 1045-1.

Für die Auswahl der Verbindungsbauteile / Klemmen ist der Außendurchmesser der Bewehrungsstähle maßgeblich.

| | Nenn Durchmesser d_n | | Außendurchmesser d_a | | | | | | | | |
|---|------------------------|------|------------------------|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| | | | | | | | | | | | |
| Der Außendurchmesser d_a über den Rippen beträgt ca. 1,15 d_n | | | | | | | | | | | |
| Nenn Durchmesser d_n (mm) | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 | 25 | 28 | 32 | 40 |
| Außendurchmesser über den Rippen d_a (mm) | 6,9 | 9,2 | 11,5 | 13,8 | 16,1 | 18,4 | 23 | 29 | 32 | 37 | 46 |
| Nennquerschnitt (mm ²) | 28,3 | 50,3 | 78,5 | 113,1 | 154 | 201 | 314 | 491 | 616 | 804 | 1257 |

Durchmesser von Bewehrungsstählen

Lit.: Bewehrungen von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045-1:2001-07



Verbindungsklemme für Erdungsfestpunkt und Bewehrungsstahl
Art.-Nr. 308 035



Bügelklemme für große Durchmesser
Art.-Nr. 308 045



Verbindungsklemme für Erdungsfestpunkt und Bewehrungsstahl
Art.-Nr. 308 046

Materialauszug aus unserem Hauptkatalog Blitzschutz / Erdung mit allen für das Thema Fundamenterder relevanten Bauteilen.

Drähte und Bänder

nach DIN EN 50164-2 (VDE 0185 Teil 202) für den Einsatz bei Blitzschutz- und Erdungsanlagen

Stahl-Draht, Zinküberzug = 50 µm Mittelwert (rd. 350 g/m²)

| Werkstoff | Ø Leiter | Ringgewicht / -länge ca. | Art.-Nr. | Menge |
|-----------|----------|--------------------------|----------------|-------|
| St/tZn | 10 mm | 50 kg / 81 m | 800 010 | m |

Edelstahl-Draht

Nach DIN VDE 0151 ist bei Edelstahl im Erdreich (Rd 10 mm) die Werkstoff-Nr. 1.4571 (V4A) zu verwenden.

| Werkstoff | Ø Leiter | Ringgewicht / -länge ca. | Art.-Nr. | Menge |
|------------|----------|--------------------------|----------------|-------|
| NIRO (V4A) | 10 mm | 50 kg / 80 m | 860 010 | m |
| NIRO (V4A) | 10 mm | 12 kg / 20 m | 860 020 | m |

nach DIN EN 50164-2 (VDE 0185 Teil 202), für den Einsatz bei Erdungsanlagen, Blitzschutzanlagen und beim Ringpotentialausgleich.

Stahl-Band, Zinküberzug = 70 µm Mittelwert (rd. 500 g/m²)

| Werkstoff | Breite | Dicke | Ringgewicht / -länge ca. | Art.-Nr. | Menge |
|-----------|--------|--------|--------------------------|----------------|-------|
| St/tZn | 30 mm | 3,5 mm | 42 kg / 50 m | 810 335 | m |
| St/tZn | 30 mm | 3,5 mm | 21 kg / 25 m | 852 335 | m |

Edelstahl-Band

Nach DIN VDE 0151 ist bei Edelstahl im Erdreich die Werkstoff-Nr. 1.4571 (V4A) zu verwenden.

| Werkstoff | Breite | Dicke | Ringgewicht / -länge ca. | Art.-Nr. | Menge |
|------------|--------|--------|--------------------------|----------------|-------|
| NIRO (V4A) | 30 mm | 3,5 mm | 21 kg / 25 m | 860 325 | m |
| NIRO (V4A) | 30 mm | 3,5 mm | 50 kg / 60 m | 860 335 | m |

Anschlussfahnen

nach DIN EN 50164-2 (VDE 0185 Teil 202) für den Einsatz bei Blitzschutz- und Erdungsanlagen

Stahl-Draht, Zinküberzug = 50 µm Mittelwert (rd. 350 g/m²) mit Kunststoff-Mantel

| Werkstoff | Ø Leiter | Ø Außen | Ringgewicht / -länge ca. | Art.-Nr. | Menge |
|-----------|----------|---------|--------------------------|----------------|-------|
| St/tZn | 10 mm | 13 mm | 34 kg / 50 m | 800 110 | m |

Anschlussfahnen gerichtet für den Anschluss der Ableitungen an die Erdungsanlage aus korrosionsfestem Edelstahl NIRO (V4A)

Runddrähte

| Werkstoff | Länge | Abmessungen | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|------------|---------|-------------|----------|----------------|-------|
| NIRO (V4A) | 1500 mm | Ø10 mm | 1 | 860 115 | Stk. |
| NIRO (V4A) | 3000 mm | Ø10 mm | 1 | 860 130 | Stk. |

Flachbänder

| Werkstoff | Länge | Abmessungen | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|------------|---------|-------------|----------|----------------|-------|
| NIRO (V4A) | 1500 mm | 30x3,5 mm | 1 | 860 215 | Stk. |
| NIRO (V4A) | 3000 mm | 30x3,5 mm | 1 | 860 230 | Stk. |

Schutzkappe für Anschlussfahnen

zum Aufstecken auf Runddrähte oder Bänder

Als auffällige Kennzeichnung (wie nach DIN 18014 gefordert) und gleichzeitigem Unfallschutz während der Bauphase.

| Werkstoff | Aufnahme Fl | Aufnahme Rd | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|-----------|-------------|-------------|----------|----------------|-------|
| PVC | 30x3,5 mm | 10 mm | 20 | 478 099 | Stk. |



Klemmen

Kreuzstücke

für ober- und unterirdische Verbindungen

zum Verbinden von Leitern, in Kreuz- und T-Anordnung mit Zwischenplatte für Rd und Fl

| Werkstoff | Klemmbereich mm | | | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|------------|-----------------|-----------|---------|----------|----------------|-------|
| Klemme | Rd / Rd | Rd / Fl | Fl / Fl | | | Stk. |
| St/tZn | 8-10 / 8-10 | 8-10 / 30 | 30 / 30 | 25 | 319 201 | |
| NIRO (V4A) | 8-10 / 8-10 | 8-10 / 30 | 30 / 30 | 25 | 319 209 | |



ohne Zwischenplatte für Rd und Fl

| Werkstoff | Klemmbereich Rd / Rd | Klemmbereich Rd / Fl | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|------------|----------------------|----------------------|----------|----------------|-------|
| St/tZn | | 8-10 / 30 mm | 25 | 318 201 | Stk. |
| NIRO (V4A) | | 8-10 / 30 mm | 25 | 318 209 | Stk. |
| St/tZn | 8-10 / 8-10 mm | 8-10 / 30 mm | 25 | 318 251 | Stk. |



ohne Zwischenplatte für Fl und Fl

| Werkstoff | Klemmbereich Fl / Fl | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|------------|----------------------|----------|----------------|-------|
| St/tZn | 30 / 30 mm | 25 | 318 033 | Stk. |
| NIRO (V4A) | 30 / 30 mm | 25 | 318 233 | Stk. |



SV-Klemmen

für ober- und unterirdische Verbindungen

für Kreuz- und T-Verbindungen, mit Verdrehschutz der Schrauben

für Flach- und Rundleiter

| Werkstoff | Klemmbereich mm | | | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|------------|-----------------|-----------|---------|----------|----------------|-------|
| Klemme | Rd / Rd | Rd / Fl | Fl / Fl | | | Stk. |
| St/tZn | 7-10 / 7-10 | 7-10 / 30 | 30 / 30 | 25 | 308 220 | |
| NIRO (V4A) | 7-10 / 7-10 | 7-10 / 30 | 30 / 30 | 25 | 308 229 | |



für Flachleiter Fl 30 mm

| Werkstoff | Klemmbereich Fl / Fl | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|------------|----------------------|----------|----------------|-------|
| St/tZn | 30 / 30 mm | 25 | 308 230 | Stk. |
| NIRO (V4A) | 30 / 30 mm | 25 | 308 239 | Stk. |



SVP-Klemmen

für ober- und unterirdische Verbindungen

für Kreuz- und Parallelverbindungen, mit geschlitztem Oberteil (kein Entfernen der Schrauben notwendig)

ohne Zwischenplatte

| Werkstoff | Klemmbereich mm | | | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|-----------|-----------------|-----------|---------|----------|----------------|-------|
| Klemme | Rd / Rd | Rd / Fl | Fl / Fl | | | Stk. |
| St/tZn | 8-10 / 8-10 | 8-10 / 30 | 30 / 30 | 50 | 308 060 | |



Verbindungsklemmen

für Fundamenterder

zum Verbinden von Rund- und Flachleitern im Betonfundament Für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen, ohne die Leiter einfädeln zu müssen.

| Werkstoff | Klemmbereich Rd / Fl | Klemmbereich Fl / Fl | VPE Stk. | Art.-Nr. | Menge |
|-----------|----------------------|----------------------|----------|----------------|-------|
| St/tZn | (+) 10 / 30 mm | (+ / II) 30 / 30 mm | 25 | 308 120 | Stk. |
| NIRO | (+) 10 / 30 mm | (+ / II) 30 / 30 mm | 25 | 308 129 | Stk. |



Materialauszug aus unserem Hauptkatalog Blitzschutz / Erdung mit allen für das Thema Fundamenterder relevanten Bauteilen.

Erdungsfestpunkte

Erdungsfestpunkte

als:

- Anschluss der Ableitung z. B. an die Bewehrung von Gebäuden
- Anschluss an die Erdungsanlage für den Haupt- und/oder zusätzlichen Potentialausgleich
- Messstelle für die Durchgangs- oder Widerstandsprüfung

Typ M mit Anschlussachse (l = 195 mm, Ø10 mm)

| Werkstoff | Werkstoff | Anschluss- | VPE | Menge |
|------------|-----------|------------|------|----------|
| Platte | Achse | gewinde | Stk. | Art.-Nr. |
| NIRO (V4A) | St/tZn | M10 / 12 | 10 | 478 011 |
| NIRO (V4A) | NIRO | M10 / 12 | 10 | 478 019 |

Typ M ohne Anschlussachse

| Werkstoff | Anschluss- | VPE | Menge |
|------------|------------|------|----------|
| Platte | gewinde | Stk. | Art.-Nr. |
| NIRO (V4A) | M10 / 12 | 10 | 478 012 |

Typ K mit Kunststoffring und Anschlussachse (l = 195 mm, Ø10 mm)

| Werkstoff | Werkstoff | Anschluss- | VPE | Menge |
|------------|-----------|------------|------|----------|
| Platte | Achse | gewinde | Stk. | Art.-Nr. |
| NIRO (V4A) | St/tZn | M10 / 12 | 10 | 478 200 |

Typ M mit verpresster Anschlussachse (l = 180 mm, Ø10 mm)
Art.-Nr. 478 049 mit UL-Zulassung

| Werkstoff | Werkstoff | Anschluss- | VPE | Menge |
|------------|-----------|------------|------|----------|
| Platte | Achse | gewinde | Stk. | Art.-Nr. |
| NIRO (V4A) | St/tZn | M10 / 12 | 10 | 478 041 |
| NIRO (V4A) | NIRO | M10 / 12 | 10 | 478 049 |

Typ M mit MV-Klemme für Rundleiter 8-10 mm, Bauform mit geringem Platzbedarf in der Schalung

| Werkstoff | Anschluss- | VPE | Menge |
|------------|------------|------|----------|
| Platte | gewinde | Stk. | Art.-Nr. |
| NIRO (V4A) | M10 / 12 | 10 | 478 112 |

Typ M mit verpresster Anschlussachse und zusätzlicher Wassersperre gegen das weitere Eindringen von Wasser entlang der Achse in die Wand (geprüft mit Druckluft 5 bar nach DIN EN 50164-5)

| Werkstoff | Werkstoff | Anschluss- | VPE | Menge |
|------------|-----------|------------|------|----------|
| Platte | Achse | gewinde | Stk. | Art.-Nr. |
| NIRO (V4A) | St/tZn | M10 / 12 | 1 | 478 051 |

Anschlussklemmen mit Gewindebolzen

zum Anschließen von Rd- und Fl-Leiter an Erdungsfestpunkten mit Gewinde M10/12 (z. B. Art.-Nr. 478 011, 478 200)

Auch für die Montage auf der Rückseite des Erdungsfestpunktes ohne Anschlussachse z. B. für Flachband geeignet

Anschlussgewinde M10

schwere Ausführung



| Werkstoff | Klemmbereich | VPE | Menge |
|-----------|-----------------|------|----------|
| Klemme | Rd / Fl | Stk. | Art.-Nr. |
| St/tZn | 7-10 / 30-40 mm | 10 | 478 141 |

leichte Ausführung



| Werkstoff | Klemmbereich | VPE | Menge |
|------------|--------------|------|----------|
| Klemme | Rd / Fl | Stk. | Art.-Nr. |
| NIRO (V4A) | 8-10 / 30 mm | 10 | 478 129 |

Erdungsfestpunkte M16

mit Anschlussgewinde M16 für höhere Strombelastungen (50 Hz), z. B. zum Anschluss des Ringpotentialausgleichs an die Erdungsanlagen von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV (Trafoerdung).



| Anschluss- | Werkstoff | Werkstoff | Querschnitt | VPE | Menge |
|------------|------------|-----------|---------------|------|----------|
| gewinde | Platte | Seil | Anschlussseil | Stk. | Art.-Nr. |
| M16 | NIRO (V4A) | Cu/gal Sn | 70 mm | 1 | 478 027 |

Druckwasserdichte Wanddurchführung

Erder- und Wanddurchführung

mit MV-Klemme aus NIRO (V4A) für Rundleiter 8-10 mm zur druckwasserdichten Durchführung der Erd-/Potentialausgleichsleiter bei Mauern und Wänden; mit Gewindestange M10 aus NIRO.

Ausführung zum nachträglichen Einbau mit Bohrung (Ø14mm) oder ggf. durch die Fertigspreite der Schalung.

Mit Druckwasserprüfung bis 1 bar, die eine Einbausituation bis zu einer Tiefe von 10 m gegenüber stehendem Wasser darstellt.



| Werkstoff | Durchführungs- | VPE | Menge |
|------------|----------------|------|----------|
| Teller | länge | Stk. | Art.-Nr. |
| NIRO (V4A) | 100-300 mm | 1 | 478 410 |
| NIRO (V4A) | 300-500 mm | 1 | 478 430 |
| NIRO (V4A) | 500-700 mm | 1 | 478 450 |

Wasserdichte Wanddurchführung für Weiße Wanne

ist geeignet für die druckwasserdichte Durchführung von Wänden, z. B. zum Verbinden des Ringerders mit der Potentialausgleichschiene oder dem Potentialausgleichsleiter im Fundament.

Ausführung für den Einbau in die Schalung. Die Druckwasserprüfung mit 1 bar stellt eine Einbausituation von einem Gebäude mit einer Tiefe von 10 m gegenüber stehendem Wasser dar.

Geprüft mit Druckluft 5 bar nach DIN EN 50164-5



| Werkstoff | Werkstoff | Wandstärke | VPE | Menge |
|------------|-----------|------------|------|----------|
| Platte | Achse | | Stk. | Art.-Nr. |
| NIRO (V4A) | St/tZn | 220-300 mm | 1 | 478 530 |
| NIRO (V4A) | St/tZn | 300-400 mm | 1 | 478 540 |
| NIRO (V4A) | St/tZn | 400-500 mm | 1 | 478 550 |

Materialauszug aus unserem Hauptkatalog Blitzschutz / Erdung mit allen für das Thema Fundamenterder relevanten Bauteilen.

Verbindungsklemmen

Verbindungsklemmen für Bewehrungen

zum Verbinden von Betonstahl-Matten oder Bewehrungen mit Rund- und Flachleitern

Anordnung: (II) = parallel (+) = kreuz
für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen



| Werkstoff | Klemmbereich mm | | | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|-----------|-----------------|---------------|--------------|----------|---------------------|
| | Rd / Rd | Rd / Fl | Fl / Fl | | |
| St/tZn | (+) 6-10 / 6-10 | (+) 6-10 / 30 | (II) 30 / 30 | 50 | 308 025 |

für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen



| Werkstoff | Klemmbereich | Klemmbereich | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|-----------|------------------|-----------------------|----------|---------------------|
| | Rd / Fl | Fl / Fl | | |
| St/tZn | (+) 6-10 / 30 mm | (+) / (II) 30 / 30 mm | 25 | 308 026 |

für T- und Kreuzverbindungen



| Werkstoff | Klemmbereich | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|-----------|------------------|----------|---------------------|
| | Rd / Fl | | |
| St/blank | (+) 6-22 / 40 mm | 25 | 308 030 |

MAXI-MV-Klemmen für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen
Art.-Nr. 308 040 mit UL-Zulassung



| Werkstoff | Klemmbereich | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|-----------|-------------------------|----------|---------------------|
| | Rd / Rd | | |
| St/tZn | (+//II) 8-16 / 15-25 mm | 20 | 308 041 |
| St/blank | (+//II) 8-16 / 15-25 mm | 20 | 308 040 |

Bügelklemme für große Durchmesser



| Werkstoff | Klemmbereich mm | | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|-----------|-------------------|--------------------|----------|---------------------|
| | Rd / Rd | Rd / Fl | | |
| St/blank | (II) 16-48 / 6-10 | (II) 16-48 / 30-40 | 25 | 308 045 |

Verbindungsklemmen mit Befestigung der Erdungsfestpunkte

Verbindungsklemmen für Erdungsfestpunkte und Bewehrung

zum Verbinden der Bewehrung mit Klemmbock.
Für Rundleiter oder für Erdungsfestpunkte mit gleichzeitiger Befestigung in der Schalung.

für kleine Durchmesser



| Werkstoff | Klemmbereich mm | | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|-----------|---------------------|---------------|----------|---------------------|
| | Rd / Rd | Rd / Fl | | |
| St/blank | (+//II) 6-22 / 6-10 | (+) 6-22 / 40 | 25 | 308 035 |

Bügelklemme für große Durchmesser



| Werkstoff | Klemmbereich mm | | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|-----------|----------------------|--------------------|----------|---------------------|
| | Rd / Rd | Rd / Fl | | |
| St/blank | (+//II) 16-48 / 6-10 | (II) 16-48 / 30-40 | 25 | 308 046 |

Überbrückungen

Dehnungsband für Fundamenterder

zum Durchführen des Fundamenterders in ausgedehnten Fundamenten (mehrere Abschnitte) durch die Bewegungsfugen, ohne notwendiges Herausführen des Erders aus der Bodenplatte.



| Werkstoff Band | Abmessungen Band (l x b x t) | Werkstoff Block | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|----------------|------------------------------|-----------------|----------|---------------------|
| NIRO | ca.700x30x(4x1) mm | Styropor | 1 | 308 150 |

Überbrückungsband

mit Mittelbohrung

zum Anschluss an Erdungsfestpunkten



| Werkstoff | Länge | Befestigungs-löcher Ø | Mittel-bohrung Ø | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|-----------|-------|-----------------------|------------------|----------|---------------------|
| | | | | | |

Abstandshalter

Abstandshalter

zum Verlegen von Erdungsleitungen in der Fundamentsohle mit Sicherungsnase gegen Lösen des Leiters
gewinkelte Ausführung, verstärkt



| Werkstoff | Aufnahme | Aufnahme | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. | |
|-----------|----------|----------|----------|---------------------|----------------|
| | Fl | Rd | | | |
| St/tZn | 40 mm | 8-10 mm | 300 mm | 25 | 290 001 |

gerade Ausführung



| Werkstoff | Aufnahme | Aufnahme | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. | |
|-----------|----------|----------|----------|---------------------|----------------|
| | Fl | Rd | | | |
| St/tZn | 40 mm | 8-10 mm | 280 mm | 50 | 290 002 |

Korrosionsschutz

Korrosionsschutzbinden

zur Umhüllung von ober- und unterirdischen Verbindungen zur Verwendung im Erdreich nach DIN 30672, in Rollen 10 m lang
UV-stabilisiert



| Werkstoff | Bandbreite | VPE Stk. | Menge Art.-Nr. Stk. |
|-----------|------------|----------|---------------------|
| | | | |
| Petrolat | 100 mm | 12 | 556 130 |