



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

NEU ab 01.01.2012:
Fax +49 9181 906-1100

www.dehn.de
info@dehn.de

Informationsmaterial und
Serviceleistungen z. B.

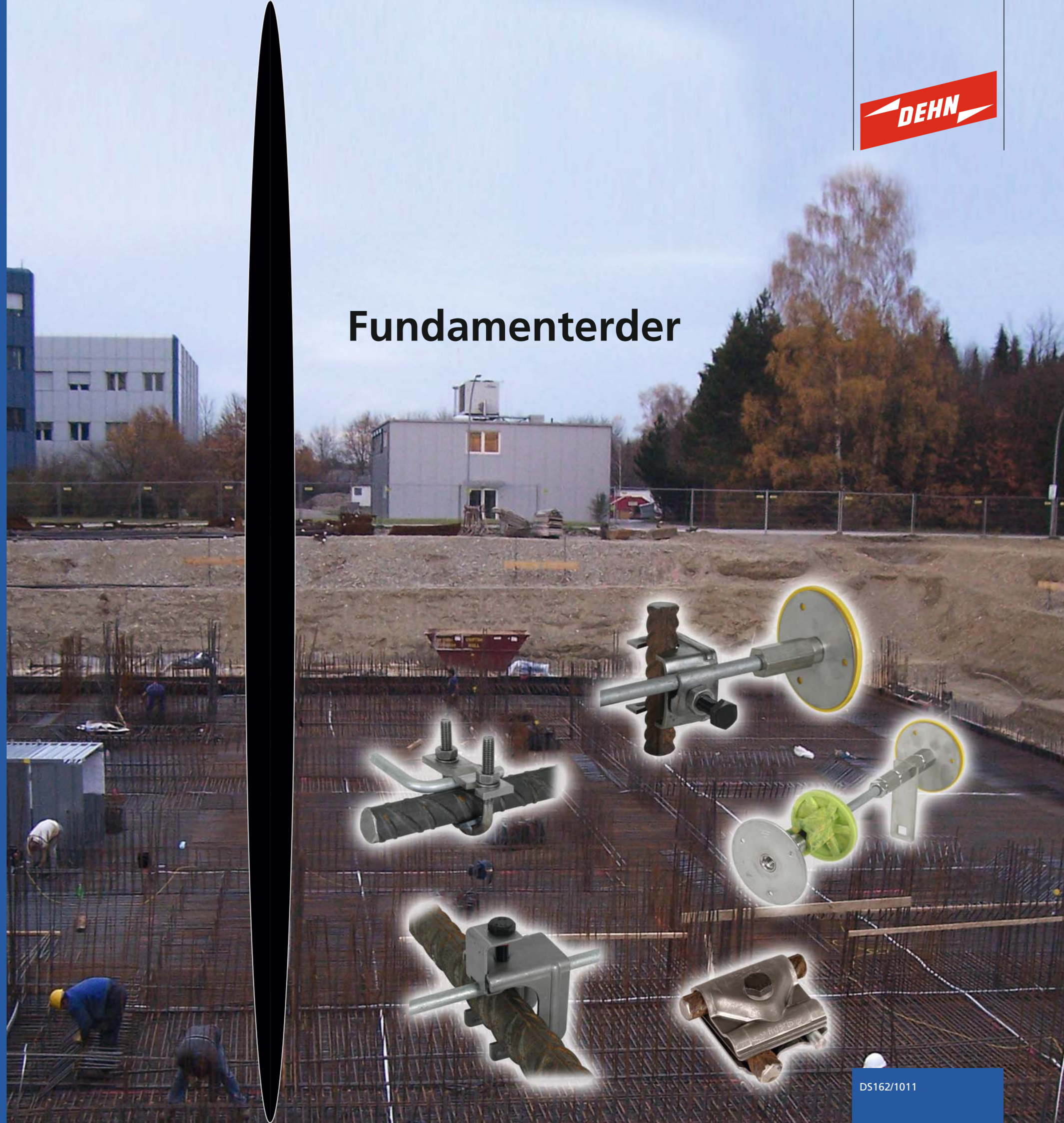
- Hauptkatalog
Blitzschutz / Erdung
- Terminvereinbarungen
mit unserem Außendienst

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

© COPYRIGHT 2011 DEHN + SÖHNE



Fundamenteerder



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 sichere 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.

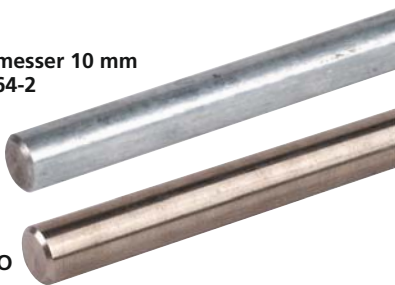
Natürlicher Erder

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.).

Rundstahl Durchmesser 10 mm
nach DIN EN 50164-2

St/tZn

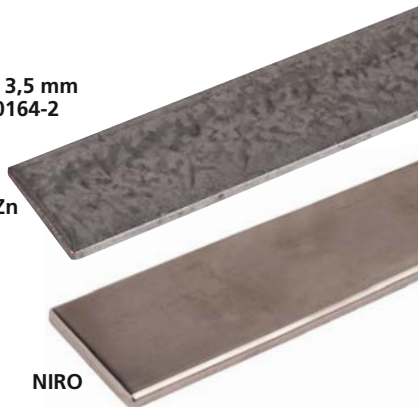
NIRO



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

St/tZn

NIRO



Gebinde



Werkstoffe und deren Ausführungsformen für den Fundamenterder

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. Tieferender.

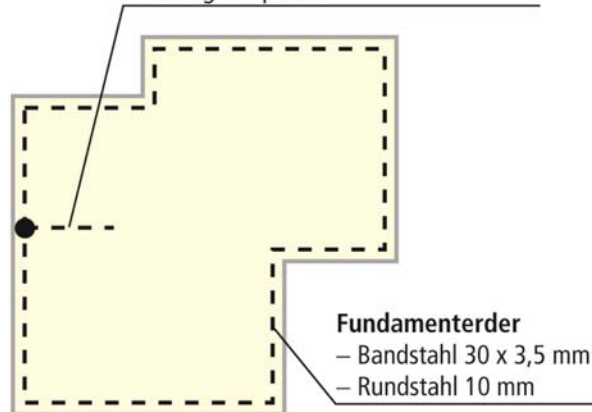


Anschlussfahnen aus NIRO

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



Anwendung SV-Klemme



Anwendung Maxi-MV-Klemme



Anwendung Verbindungsklemme und SV-Klemme

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.

Verbindungsklemmen für Bewehrungen Bauteile für Fundamenterder

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

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

für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen

Art.-Nr.	308 023
Werkstoff	St52n
Klemmbereich Rd / Fl	(+) 6-10 / 6-10
Klemmbereich Rd / Fl	(+) 6-10 / 10
Klemmbereich Fl / Fl	() 30 / 30
Schraube	▼ M10x25
Werkstoff Schraube	St52n
Normenbezug	DIN EN 50164-1
Kurzschlussstrom (50 Hz) (I t) ≤ 300 °C	KA 9
VPE	Stk. 50

für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen

Art.-Nr.	308 024
Werkstoff	St52n
Klemmbereich Rd / Fl	(+) 6-10 / 30
Klemmbereich Fl / Fl	(+) 10, 30 / 30
Schraube	▼ M10x25
Werkstoff Schraube	St52n
Normenbezug	DIN EN 50164-1
Kurzschlussstrom (50 Hz) (I t) ≤ 300 °C	KA 13
VPE	Stk. 25

für T- und Kreuzverbindungen

Art.-Nr.	308 020
Werkstoff	St52n
Klemmbereich Rd / Fl	(+) 6-22 / 40
Schraube	▼ M10x40
Werkstoff Schraube	St52n
Normenbezug	DIN EN 50164-1
Kurzschlussstrom (50 Hz) (I t) ≤ 300 °C	KA 1,0
VPE	Stk. 25

für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen mit Klemmbock

für den flexiblen Anschluss von Rundleitern oder für Erdungsfestpunkte mit gleichzeitiger Befestigung in der Schalung

Art.-Nr.	308 025
Werkstoff	St52n
Klemmbereich Rd / Rd	(+) 6-22 / 6-10
Klemmbereich Rd / Fl	(+) 6-22 / 40
Schraube	▼ M10x40
Werkstoff Schraube	St52n
Normenbezug	DIN EN 50164-1
Kurzschlussstrom (50 Hz) (I t) ≤ 300 °C	KA 1,0
VPE	Stk. 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 Erdungsfestpunkten nach innen für den Potentialausgleich und nach außen für den Anschluss von Ableitungen des Äußeren Blitzschutzes sind zu beachten.

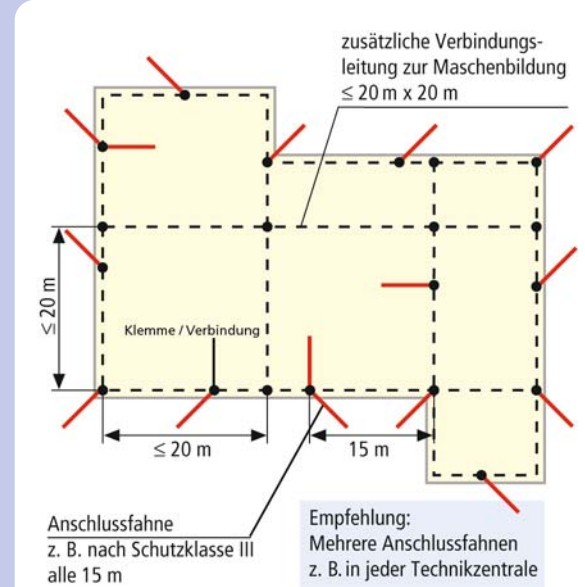
Durch die modernen Methoden des Einbringens von Beton in bewehrten Betonfundamenten mit anschließendem Rütteln / Verdichten ist sichergestellt, dass der Beton auch bei einer waagrecht Installation des Flachbandes "fließt" und ihn allseitig umschließt, so dass die Korrosionsbeständigkeit gegeben ist. 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 Ausparungen im Beton mittels Styroporblock und integrierter beweglicher Verbindung erzeugen.

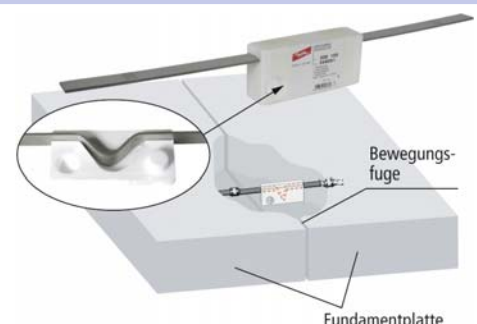
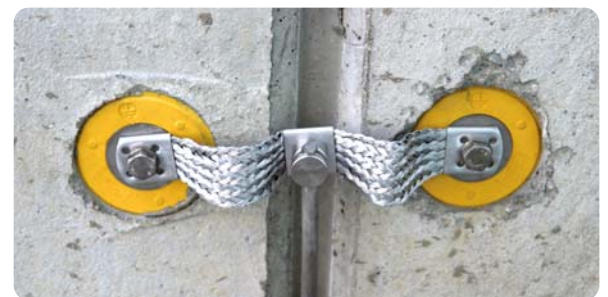
Das Dehnungsband wird in die Fundamentplatte so einbetoniert, dass sich der Styroporblock in einem Abschnitt befindet und das andere Ende lose im nächsten Abschnitt weitergeführt werden kann.



Fundamenterder mit Anschlusssteilen / -fahnen nach innen und außen



Fundamenterder mit Maschen



Überbrückungen des Fundamenterders



Folie bei Fundamentplatten

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 Erdausbreitungswiderstand und können daher vernachlässigt werden. Der Fundamenteerder kann somit im Beton der Fundamentplatte verlegt werden.



Detail der Noppenbahnen

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 Fundamenteerder nicht in der Fundamentplatte verlegt werden. Der Fundamenteerder wird als Ringerder mit der entsprechenden 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.



Einsatz von Noppenbahnen

Geschlossene Wannen

Weiße 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/mm^2) des Betons. Ausschlaggebend für die Wasserundurchlässigkeit von Betonmischungen ist der Zementanteil. Dieser liegt bei $1 m^3$ 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 $\leq 20 m \times 20 m$ zu verlegen.

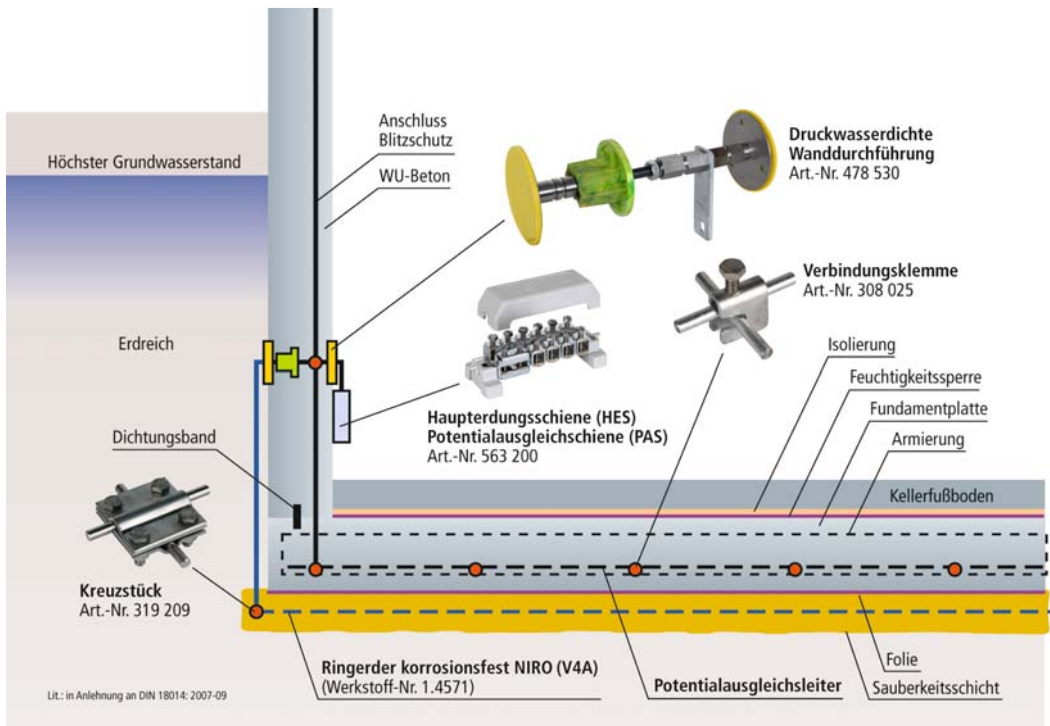
Wird für das Gebäude ein Blitzschutzsystem errichtet oder gelten EMV-Anforderungen, muss zusätzlich in der Fundamentplatte ein Potentialausgleichsleiter mit der Maschenweite $\leq 20 m \times 20 m$ und unterhalb im Erdreich oder der Sauberkeitsschicht ein Ringerder mit der Maschenweite $\leq 10 m \times 10 m$ 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.

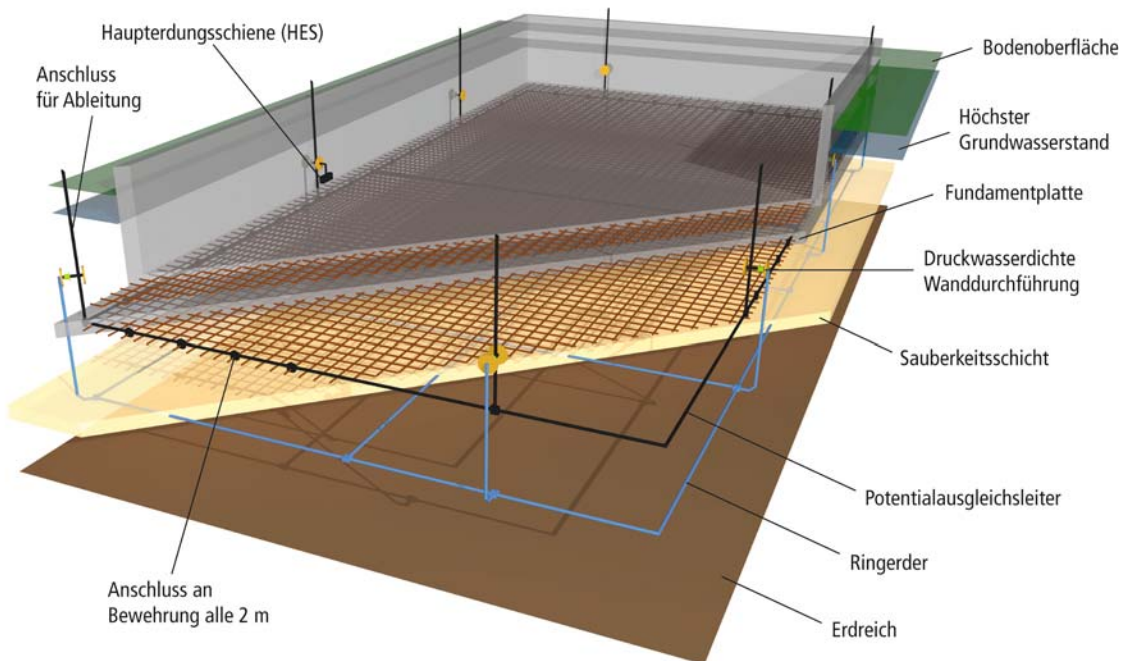
Der unterhalb der Fundamentplatte installierte Ringerder ist mit dem „einbetonierten“ Potentialausgleichsleiter und der Bewehrung zu kontaktieren. Desweiteren sollte er mit jeder Ableitung des Blitzschutzsystems verbunden werden, um als vermaschtes Potentialausgleichsnetz zu wirken. Diese Verbindungen 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 $\leq 10 m \times 10 m$ 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 wasserundurchlässig 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 Bauteilanforderungen abgebildet werden.

Die Prüflinge wurden in einem Betonkörper einbetoniert 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.

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

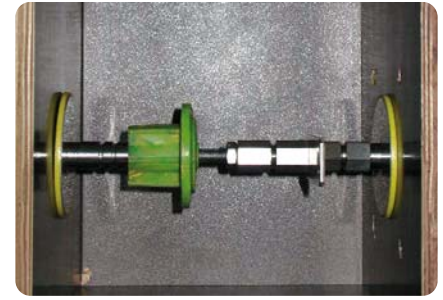
Einen erhöhten Schwierigkeitsgrad bei Wanddurchführungen stellt die Kapillarwirkung dar. Darunter ist zu verstehen, dass sich Flüssigkeiten (z. B. Wasser) in engen Spalten oder Röhren des Betons verschieden gut ausbreiten und sich somit förmlich in das Gebäudeinnere ziehen oder saugen. Diese möglichen engen Spalten oder Röhren können durch den Aushärtvorgang und das damit verbundene Schwindverhalten 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 Fundamente, 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 Fundamentern 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 Fundamenteerder praktisch keine Wirkung hat. Die Perimeterdämmung wirkt demnach als elektrischer Isolator.

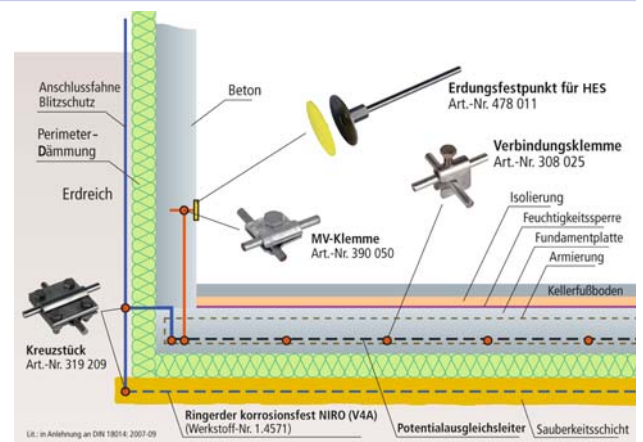
Bei einer gesamten Dämmung der Fundamentplatte und der Außenwände (Voll-Perimeterdämmung) ist der Ringerder unterhalb der Fundamentplatte in der Sauberkeitsschicht oder im Erdreich mit der entsprechenden Masche einzubringen. Hierbei muss ein korrosionsbeständiger Erderwerkstoff aus NIRO (V4A), z. B.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



Ringerder bei Perimeterdämmung



Detailbild Ringerder



Anordnung des Fundamenteuders bei einer Fundamentplatte mit Perimeterdämmung (vollisoliert)



Fundamenterder bei Einzelfundamenten mit Anschlussfahne

Einzelfundamente / 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.

Streifenfundamente (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.

Streifenfundamente (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).



Anwendung Abstandshalter mit Kreuzstück

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 einen 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 im Internet unter www.dehn.de zur Verfügung. Es kann als beschreibbares PDF heruntergeladen 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 Anschlussteile innen: <input type="checkbox"/> Edelstahl NIRO (V4A) <input type="checkbox"/> Erdungsfestpunkt <input type="checkbox"/> St/tZn mit Kunststoffummantelung <input type="checkbox"/> _____ Anschlussteile 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. _____



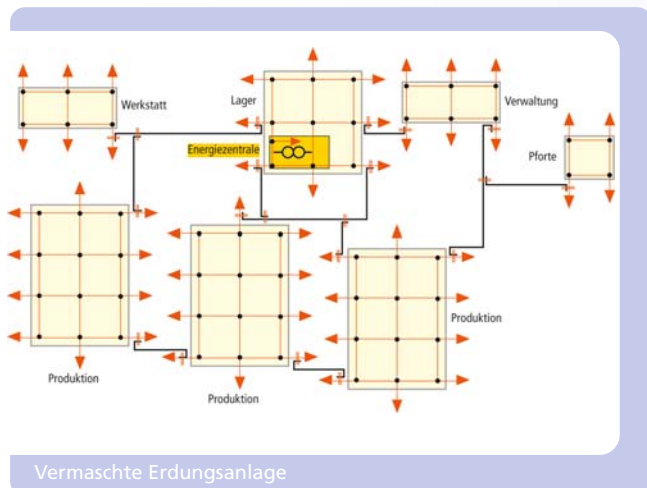
Beschreibung, Zeichnungen, Bilder	<input type="checkbox"/> äußeres Blitzschutzsystem	<input type="checkbox"/> liegen nicht vor	<input type="checkbox"/> Zeichnung Nr.: _____
	<input type="checkbox"/> Erdungsanlage	<input type="checkbox"/> liegen vor	<input type="checkbox"/> Bild Nr.: _____
Zweck der Dokumentation	<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		
	Die Durchgangsmessung ergab einen Widerstandswert von < 1 Ohm (Richtwert) <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.

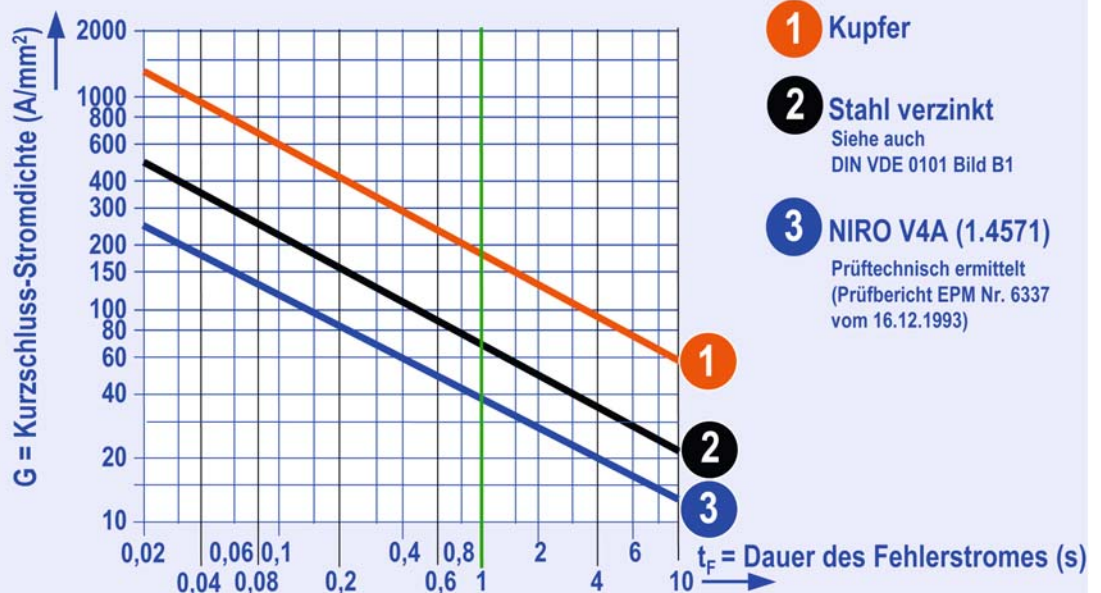
Gibt es keine speziellen Vorgaben des Netzbetreibers (NB) werden standardisiert die Dauer des Fehlerstromes (Abschaltzeit) mit 1 Sekunde und die maximal zulässige Temperatur 300°C der verwendeten Werkstoffe der Erdungsleiter und der Verbindungsbauteile / Klemmen zugrunde gelegt. Maßgeblich für die Auswahl 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 $I''_{kEE} \text{ (Zweig)}$ 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_s

Außendurchmesser d_A

Der Außendurchmesser d_A über den Rippen beträgt ca. 1,15 d_s

Nenn Durchmesser d_s (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 Erdungfestpunkt und Bewehrungsstahl
Art.-Nr. 308 035



Bügelklemme für große Durchmesser
Art.-Nr. 308 045



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



Druckbügelklemme für Fundamenterder und Bewehrungen
Art.-Nr. 308 031 und 308 036

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 m
St/tZn	10 mm	50 kg / 81 m	800 010	

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 m
NIRO (V4A)	10 mm	50 kg / 80 m	860 010	
NIRO (V4A)	10 mm	12 kg / 20 m	860 020	

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

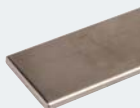
Stahl-Band, Zinküberzug = 70 µm Mittelwert (rd. 500 g/m²)



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

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 m
NIRO (V4A)	30 mm	3,5 mm	21 kg / 25 m	860 325	
NIRO (V4A)	30 mm	3,5 mm	50 kg / 60 m	860 335	

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



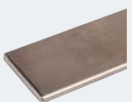
Werkstoff	Ø Leiter	Ø Außen	Ringgewicht / -länge ca.	Art.-Nr.	Menge m
St/tZn	10 mm	13 mm	34 kg / 50 m	800 110	

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



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

Flachbänder



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

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 Stk.
PVC	30x3,5 mm	10 mm	20	478 099	

Klemmen

Kreuzstücke

für ober- und unterirdische Verbindungen

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



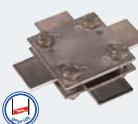
Werkstoff	Klemmbereich mm			VPE Stk.	Art.-Nr.	Menge Stk.
Klemme	Rd / Rd	Rd / Fl	Fl / Fl			
St/tZn	8-10 / 8-10	8-10 / 30	30 / 30	25	319 201	
NIRO (V4A)	8-10 / 8-10	8-10 / 30	30 / 30	25	319 209	

ohne Zwischenplatte für Rd und Fl



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

ohne Zwischenplatte für Fl und Fl



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

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 Stk.
Klemme	Rd / Rd	Rd / Fl	Fl / Fl			
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 Stk.
St/tZn	30 / 30 mm	25	308 230	
NIRO (V4A)	30 / 30 mm	25	308 239	

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 Stk.
Klemme	Rd / Rd	Rd / Fl	Fl / Fl			
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 Stk.
St/tZn	(+) 10 / 30 mm	(+ / II) 30 / 30 mm	25	308 120	
NIRO	(+) 10 / 30 mm	(+ / II) 30 / 30 mm	25	308 129	

Materialauszug aus unserem Hauptkatalog Blitzschutz / Erdung mit allen für das Thema Fundamente der 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

Abstandshalter

Abstandshalter

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

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

gerade Ausführung

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

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.
M16	NIRO (V4A)	Cu/gal Sn	70 mm	1

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 Fertigspreiße der Schalung.

Mit Druckwasserprüfung bis 1 bar, die eine Einbausituationen 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 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	VPE	Menge
Platte	Achse	Stk.	Art.-Nr.
NIRO (V4A)	St/tZn	220-300 mm	1
NIRO (V4A)	St/tZn	300-400 mm	1
NIRO (V4A)	St/tZn	400-500 mm	1

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

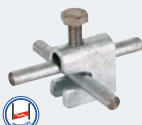
Verbindungsklemmen

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

Druckbügelklemmen für Fundamenterder und Bewehrungen

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

für T-, Kreuz- und Parallelverbindungen

Druckbügelklemme



Werkstoff	Klemmbereich mm			VPE Stk.	Menge Art.-Nr. Stk.
	Rd / Rd	Rd / Fl	Fl / Fl		
St/tZn	6-20/6-10	6-20/30x3-4	30x3-4/30x3-4	25	308 031 neu

Druckbügelklemme MAXI für große Durchmesser



Werkstoff	Klemmbereich mm			VPE Stk.	Menge Art.-Nr. Stk.
	Rd / Rd	Rd / Fl	Fl / Fl		
St/tZn	20-32/6-10	20-32/40x4-5	40x4-5/40x4-5	25	308 036 neu

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.
Al	300 mm	1x10,5 / 4x5,2 mm	10,5 mm	10	377 115

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	50 mm	24	556 125
Petrolat	100 mm	12	556 130