

4 Erdungsanlage

4.1 Bedeutung und Funktion einer Erdungsanlage

Benötigt ein Gebäude zwingend einen Erder? Im Gegensatz zum TN-System wird diese Frage in einem IT- oder TT-System kaum gestellt. Der zweite Buchstabe in der Benennung des Netzsystems (T) macht deutlich, dass im Gebäude ein eigener Erder vorgesehen werden muss. Er ist in diesen Netzsystemen Teil der Schutzmaßnahme. Auf ein TN-System trifft dies nicht zu.

Eine weitere Frage ist, ob in jedem neuen Gebäude zwingend eine Erdungsanlage zu errichten ist. In Deutschland ist diese Frage für Neubauten geregelt. So heißt es in DIN VDE 0100-540 im Abschnitt 542.1.1: *„In Deutschland besteht nach den Technischen Anschlussbedingungen (TAB) der Netzbetreiber eine Verpflichtung, in allen neuen Gebäuden eine Erdungsanlage nach der nationalen Norm DIN 18014 zu errichten.“* Der vollständige Name der DIN 18014 aus dem Jahr 2023-06 lautet: *„Erdungsanlagen für Gebäude – Planung, Ausführung und Dokumentation“*. Schon an Hand dieses Namens ist ersichtlich, dass nicht mehr allein der Fundamenterder (und Ringerder) im Fokus der Norm steht, sondern nach DIN 18014 können beispielsweise auch Tiefenerder und unter bestimmten Voraussetzungen auch natürlichen Erder (z. B. im Erdreich vorhandene metallene Konstruktionsteile) als Erder verwendet werden.

Mit dieser grau hinterlegten Aussage wird im Prinzip nur darüber informiert, dass die Netzbetreiber eine Erdungsanlage nach DIN 18014 fordern. Wieso das Interesse der Netzbetreiber an einer Erdungsanlage so groß ist, kann man im Abschnitt zur Spannungswaage nachlesen, in diesem geht es um die Reduzierung des Widerstandes des Betriebserders, der der Summe der (parallel liegenden) Erdungsanlagen aller versorgten Gebäude sowie des Erders des einspeisenden Transformators entspricht. Der Erder eines Gebäudes gehört somit physikalisch gesehen zum Versorgungsnetz (siehe Bild 4.2), auch wenn er tatsächlich durch den Ort seiner Errichtung zur elektrischen Anlage im Gebäude zu gehören scheint.

Dass es bei dieser Anforderung um einen Betriebserder und nicht um einen Anlagen-erder geht, wird außerdem im Abschnitt 312.2.1 der DIN VDE 0100-100 deutlich. Nach diesem Abschnitt gibt es im TN-System keinen Anlagen-erder.

Die Erdungsanlage und der Schutz gegen elektrischen Schlag

Die Frage, die sich hier stellt, ist: Benötigt eine elektrische Anlage einen Erder, wenn es um den Schutz gegen elektrischen Schlag geht?

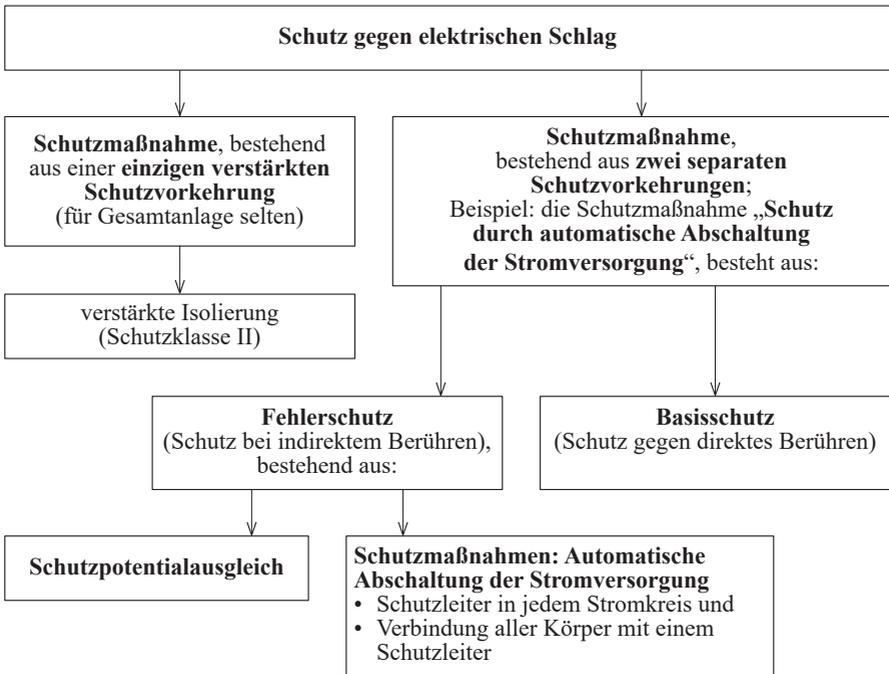


Bild 4.1 Darstellung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag (auf die Darstellung der Maßnahmen „Schutz durch nicht leitende Räume“ und „Schutz durch erdfreien örtlichen Potentialausgleich“ sowie „Schutz durch Begrenzung von Beharrungsberührungsstrom und Ladung“ wurde verzichtet)

Für diese Frage muss zunächst der „Schutz gegen elektrischen Schlag“, wie er in Normen der Reihe DIN VDE 0100 gefordert wird, genauer beschrieben werden.

Bild 4.1 soll dies verdeutlichen. Danach besteht die typische Schutzmaßnahme im TN- und TT-System (Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung) aus zwei Schutzvorkehrungen: Basisschutzvorkehrung und Fehlerschutzvorkehrung. Mit den bekannten Abweichungen gilt dies natürlich auch für das IT-System.

Bei dem Fehlerschutz wird der Schutz durch „automatische Abschaltung im Fehlerfall“ hervorgerufen sowie durch die zusätzliche Wirkung des Schutzpotentialausgleichs über die Haupterdungsschiene (siehe Kapitel 3.2 dieses Buchs).

Als grundlegende Anforderung für den besagten Fehlerschutz wird in DIN VDE 0100-410:2018-10, Abschnitt 411.4.4 für das TN-System folgende Formel angegeben:

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a}$$

Dabei ist

Z_S die Impedanz der Fehlerschleife; sie besteht aus den Impedanzen der Kupferleiter (Außenleiter und Schutzleiter), die im Fehlerfall betroffen sind vom Fehlerort bis zur Stromquelle, sowie der Innenwiderstand der Stromquelle selbst; ein Erderwiderstand ist in Z_S nicht enthalten;

I_a der Strom, der die automatische Abschaltung der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung innerhalb der Zeit nach Tabelle 41.1 (aus DIN VDE 0100-410) bewirkt; wenn eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) verwendet wird, ist dies der Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n}$;

U_0 die Nennspannung der Außenleiter gegen Erde.

In dieser Formel wird mit Z_S bei einem TN-System keinesfalls der Erdungswiderstand eingeschlossen, sondern lediglich die Leitungswiderstände der beteiligten Außenleiter sowie des Schutzleiters und zusätzlich der Innenwiderstand der Stromquelle.

Mit anderen Worten:

Im TN-System benötigt man nach DIN VDE 0100-410 beim „Schutz gegen elektrischen Schlag“ keinen Erder.

Die Erdungsanlage und der Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene

Auch für den Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene ist kein Erder erforderlich, und das gilt für alle Netzformen. Aufgabe des Schutzpotentialausgleichs ist es, das elektrische Potential der äußeren Erde nicht ins Gebäude gelangen zu lassen; ein Gebäudeerder wird für diese Funktion nicht benötigt. Näheres hierzu wird in Kapitel 3.2 dieses Buchs erläutert.

Die Erdungsanlage und die Spannungswaage

Allerdings muss noch eine wichtige Tatsache betrachtet werden: Wie zuvor bereits erwähnt, ist der Gebäudeerder in einem TN-System kein Anlagenerder, sondern Teil des Betriebserders (**Bild 4.2**). Er übernimmt im TN-System die Funktion, den Widerstand des Betriebserders im Versorgungsnetz zu reduzieren. Dies ist notwendig, damit die Bedingung nach VDE 0100-410:2018-10, Abschnitt 411.4.1 eingehalten werden kann. Dort heißt es:

„In TN-Systemen hängt die Erdung der elektrischen Anlage von der zuverlässigen und wirksamen Verbindung des PEN-Leiters oder Schutzleiters mit Erde ab. Wo die Erdung durch ein öffentliches oder anderes Versorgungssystem vorgesehen wird, sind die notwendigen Bedingungen außerhalb der elektrischen Anlage in der Verantwortung des Verteilungsnetzbetreibers.“

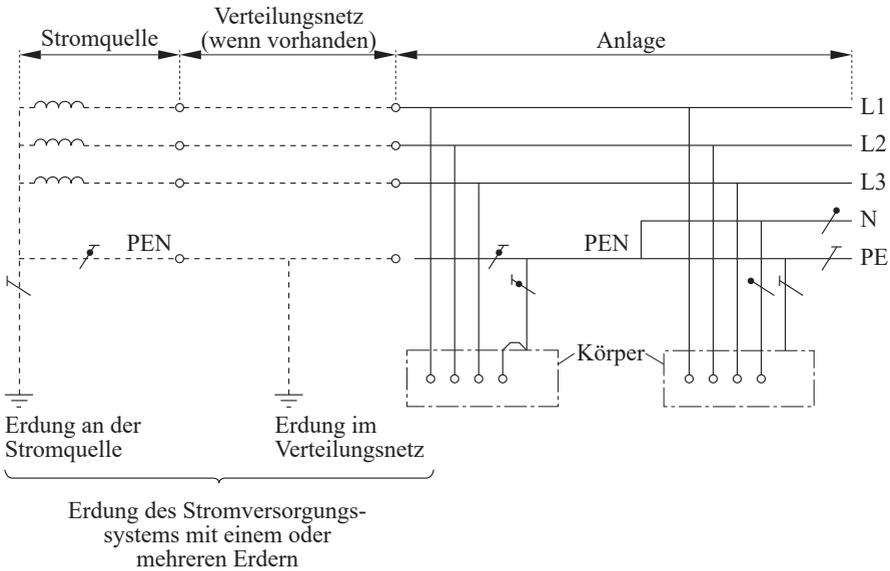


Bild 4.2 Darstellung eines TN-C-S-Systems nach DIN VDE 0100-100:2009-06, Bild 31 B1 – einen Erder in der versorgten Anlage kennt dieses Netzsystem nicht; wenn in der Verbrauchieranlage ein Erder errichtet wird, so wird dieser für dieses Netzsystem nicht zum Anlagenerder, sondern Teil des Erdungssystems des Versorgungsnetzes

Um diese Anforderung aus Abschnitt 411.4.1 zu erfüllen, werden in einer Anmerkung zwei Beispiele genannt. Im Allgemeinen wird die zuvor erwähnte Anforderung aus Abschnitt 411.4.1 in Deutschland mit folgender Beziehung erfüllt:

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50 \text{ V}}{U_0 - 50 \text{ V}}$$

Dabei ist R_B der Betriebserder als Summe aller parallelen Erder. Das sind

- der Erder des einspeisenden Versorgungstransformatorsternpunktes und
- parallel dazu die Erder aller durch ihn versorgten elektrischen Anlagen (siehe Bild 4.2).

R_E ist der kleinste Erdübergangswiderstand in Ohm eines fremden leitfähigen Teils, das sich in Kontakt mit Erde befinden und nicht mit einem Schutzleiter des TN-Systems verbunden ist.

Bei dieser Überlegung wird angenommen, dass dieses fremde leitfähige Teil aus irgendeinem Grund mit einem Außenleiter in Kontakt kommen kann. Dabei fließt ein Fehlerstrom über R_E zur Erde und weiter über R_B zurück zur Stromquelle. Die Spannung, die durch diesen Strom über R_B entsteht, liegt im gesamten Netzsystem zwischen dem Schutzleiter und Erde an. Die Einhaltung der oben angegebenen Formel soll gewährleisten, dass diese Spannung nicht zu hoch ausfalle. In älteren Normen war in diesem Zusammenhang mit Bezug auf die zuvor angegebene Formel von der „*Spannungswaage*“ die Rede.

Im Innern des Gebäudes soll durch den Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene ein solches fremdes leitfähiges Teil nicht vorhanden sein. Das gilt jedoch nicht für den Außenbereich; hier kann durchaus ein Schluss zwischen einem Außenleiter und einem leitfähigen Gegenstand, der mit Erde in Verbindung steht, vorkommen. Dabei darf keine gefährliche Spannungsanhebung des Schutzleiters entstehen. Die Maßnahme, dies (entsprechend der Spannungswaage) zu verhindern, besteht darin, den Widerstandswert des Betriebserders R_B möglichst klein zu halten. Dies kann jedoch nur der Netzbetreiber gewährleisten. Durch die Parallelschaltung aller Erder in den Verbraucheranlagen wird in Summe der Widerstand R_B so klein, dass man die Anforderung der Spannungswaage als erfüllt betrachten darf.

Die Erdungsanlage und die Potentialsteuerung im Gebäude

Für die Erdungsanlage, die in Deutschland für neue Gebäude vorgeschrieben wird, gilt zusätzlich, dass im Gebäude eine Potentialsteuerung erfolgt, die in der Norm nur unter bestimmten Bedingungen gefordert wird.

Mit anderen Worten:

In einem TN-System benötigt man tatsächlich nicht notwendigerweise einen Erder in der elektrischen Anlage. Nur durch Einbeziehung der zuvor erwähnten Spannungswaage kann von einer gewissen Notwendigkeit eines Gebäudeerders im TN-System gesprochen werden.

Die Erdungsanlage im TT-System

Anders verhält es sich in einem TT-System (und mit entsprechenden Besonderheiten auch beim IT-System). Hier sind die Verhältnisse anders; denn in diesem Netzsystem ist der Erder der elektrischen Anlage tatsächlich ein Anlagenerder R_A und damit zugleich ein Schutzerder. Dieser Schutzerder bildet im Fehlerfall einen Teil des Fehlerstromkreises. In der oben erwähnten Formel für die automatische Abschaltung im Fehlerfall (z. B. nach DIN VDE 0100-410:2018-10, Abschnitte 411.5.3 und 411.5.4) ist dieser Anlagenerder R_A tatsächlich Teil des Schleifenwiderstands Z_S . Auch im TT-System muss der Fehlerstromkreis insgesamt so niederohmig sein,

dass eine rechtzeitige Abschaltung erfolgen kann. Deshalb muss im Gegensatz zum TN-System der Anlagenerder im TT-System bei der Bewertung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme mit betrachtet werden.

Abschließend: Die Funktionen der Erdungsanlage

Die Funktionen der Erdungsanlage sind:

1. Die Erfüllung der Schutzmaßnahme in der elektrischen Anlage:
 - Im TN-System bedeutet dies, die sogenannte Spannungswaage einzuhalten.
 - Im TT-System bedeutet dies, dass die Erdungsanlage die wichtige Funktion eines Schutzerders übernimmt.
2. Das sichere Führen von Erdfehler- und Schutzleiterströmen.
3. Die Herstellung eines weitgehend einheitlichen Potentials für eine EMV- gerechte Infrastruktur, d. h. eine Funktionserdung und ein Funktionspotentialausgleich (wenn erforderlich).
4. Potentialsteuerung im Gebäude.
5. Das Führen von Ausgleichsströmen, z. B. bei Mehrfacheinspeisungen (wenn erforderlich)
6. Die Reduzierung von Potentialunterschieden zwischen Erden

Weitere Funktionen einer Erdungsanlage werden im Anhang A der DIN 18014 genannt, so kann die Erdungsanlage beispielsweise noch für folgende Zwecke verwendet werden:

1. Die Erdung von Blitzschutzanlagen (Blitzschutzerdere)
2. Die Erdung von Kabelnetzen und Antennenanlagen (siehe Kapitel 3.18 dieses Buchs)
3. Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV

Die deutschen Normungsgremien haben sich wegen dieser Vorteile dazu entschlossen, bei neu zu errichtenden Gebäuden eine Erdungsanlage grundsätzlich für alle Netzsysteme zu fordern.

4.2 Ausführung der Erdungsanlage nach DIN 18014

4.2.1 Auswahl von Erdungsanlagen

Wie schon im Kapitel 4.1 dieses Buchs erwähnt, steht nicht mehr allein der Fundamenterder im Fokus der DIN 18014, sondern auch andere Erdertypen. So sind nach DIN 18014:2023-06 folgende Erdertypen möglich:

- Ringerder,
- Strahlenerder,
- Stab- bzw. Tiefenerder,
- Fundamenterder,
- natürlicher Erder, z. B. im Erdreich vorhandene metallene Konstruktionsteile (diese Teile müssen den anderen genannten Erdern hinsichtlich der Beanspruchungen, z. B. Schutz vor Korrosion, mechanische Festigkeit, thermische Beanspruchung gleichwertig sein),
- eine Kombination der genannten Erder.

Durch die verschiedenen Möglichkeiten von Erdungsanlagen ist es notwendig geworden, Auswahlkriterien zur Auswahl der Erdungsanlage zu bestimmen. Zum einen müssen die genannten und erforderlichen Funktionen einer Erdungsanlage gewährleistet werden zum anderen hängt deren Auswahl im Wesentlichen von der Erdfähigkeit ab. Diese ist wiederum stark von der bautechnischen Ausführung des Fundaments abhängig. Um eine wirtschaftlich tragfähige Lösung zu erarbeiten, erfolgt die Auswahl der Erdungsanlage in Absprache mit dem Auftraggeber bzw. Anschlussnehmer.

Um diese Abstimmung zu erleichtern, werden im Folgenden die wesentlichen Vor- und Nachteile der verschiedenen Erder beschrieben:

- Ringerder/Strahlenerder:
 - Die Ausführung ist auch bei felsigem Untergrund möglich, da die Errichtung in geringer Tiefe erfolgt.
 - Da der Erder prinzipiell noch zugänglich ist, sind Anschlusspunkte einfacher zu errichten.
 - Besondere Werkzeuge sind nicht notwendig.
 - Die Erdwirkung schwankt über den gesamten Jahresverlauf.
 - Für die Verlegung des Erders muss im Allgemeinen ein Graben o. ä. ausgehoben werden.

- Er ist für die Nachrüstung als Blitzschutzterder sehr gut geeignet, da die Potentialsteuerung gut ist und Anschlusspunkte für die Ableitungen der Blitzschutzanlage nachgerüstet werden können, was bei einem Fundamenterder nicht möglich ist.
- Stab- bzw. Tiefenerder:
 - Stab- bzw. Tiefenerder benötigen wenig Platz.
 - Der Aufwand für Erdarbeiten ist im Allgemeinen gering.
 - Stab- bzw. Tiefenerder eignen sich sowohl für eine Neuerrichtung als auch zur Nachrüstung.
 - Bei felsigem Untergrund, Versorgungsleitungen oder Kampfmitteln im Untergrund gibt es möglicherweise Einschränkungen.
 - Aufgrund der geringen Flächenausbreitung sind Stab- bzw. Tiefenerder gegenüber äußeren Einwirkungen oder Beschädigungen bei Erdarbeiten weniger anfällig.
 - Aufgrund der Tiefe der Erder ist die Erderwirkung über den gesamten Jahresverlauf nahezu gleich.
- Fundamenterder:
 - Wenn die Erdfähigkeit gegeben ist, kann der Fundamenterder gleichzeitig die Funktionen der Erdung und des Funktions- und Schutzpotentialausgleich übernehmen.
 - Aufgrund von Dämmung, Abdichtung usw. ist in den Fundamenten eines neuen Gebäudes ggf. die Erdfähigkeit nicht gegeben.
 - Aufgrund der Lage im Beton ist der Erder gegen äußere Einwirkungen, Beschädigungen und gegen Korrosion geschützt.
 - Für den Fundamenterder sind keine zusätzlichen Erdarbeiten notwendig.

Bezüglich der Auswahl der Erdungsanlage ist noch zu erwähnen, dass bei in Erde verlegten Erdern, wie Ringerder, Stab-/Tiefenerder, Strahlenerder, die Erdfähigkeit vorhanden ist, wenn die folgenden Anforderungen erfüllt werden. Bei Fundamenterdern ist dies häufig nicht gegeben (siehe Kapitel 4.2.7). Dafür übernimmt der Fundamenterder die Funktion eines Potentialausgleichsleiters für die kombinierte Potentialausgleichsanlage (CBN), wenn diese notwendig sein sollte. Aus diesen Gründen besteht in der Praxis die Erdungsanlage in vielen Fällen aus Erdern im Erdreich und einem nicht erdfähigen Fundamenterder, siehe **Bild 4.3**.

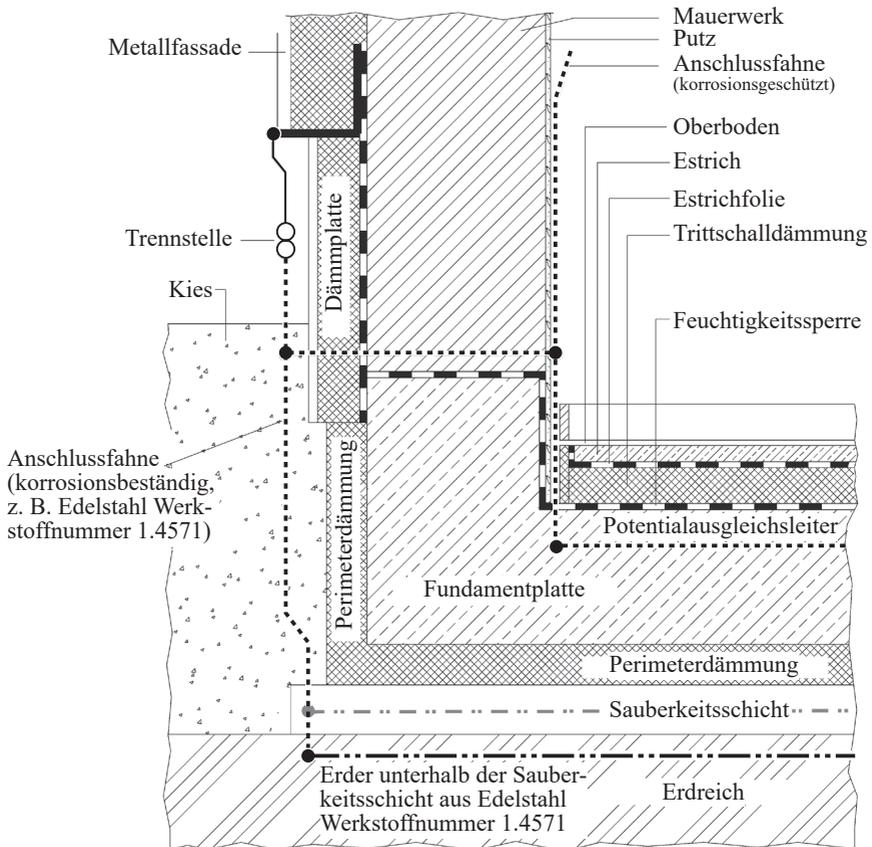


Bild 4.3 Anordnung von Erden im Erdreich (Ringerder, Stab-/Tiefenerder, Strahlenerder) unterhalb der Sauberkeitsschicht mit zusätzlichem Rund- oder Bandstahl im Fundament, der wie ein Fundamente-er in das Fundament verlegt und die Funktion des Potentialausgleichsleiters übernimmt und mit der Bewehrung (falls vorhanden) verbunden wird. Die äußere Anschlussfahne dient der Verbindung des Erders mit dem Ableiter der äußeren Blitzschutzanlage (Quelle: DIN EN 62305-3 Beiblatt 1 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 1):2012-10, Bild E.125).

4.2.2 Grundsätzliche Anforderungen an die Erdungsanlage

Um eine gute Erdfähigkeit, d. h. einen möglichst geringen spezifischen Erdwiderstand zu erreichen, müssen erdverlegte Erder, wie Ringerder, Stab-/Tiefenerder und Strahlenerder, in frostsicherer Tiefe (in Deutschland: ca. 0,5 – 1,0 m) angeordnet werden, da der spezifische Erdwiderstand im gefrorenen Erdreich wesentlich höher ist als im nicht gefrorenen Erdreich. Außerdem ist der spezifische Erdwiderstand in geringeren Bodentiefen wesentlich von Niederschlägen und des damit verbundenen Feuchtigkeitsgehalts des Bodens abhängig und schwankt mit der Häufigkeit von Niederschlägen. Weitere Informationen hierzu sind im Kapitel 4.4 dieses Buchs enthalten.

Damit die Erdungsanlage überhaupt ihrer Funktion ausüben kann, ist sie mit einem Erdungsleiter an die Haupterdungsschiene anzuschließen. Ist eine kombinierte Potentialausgleichsanlage (CBN) vorgesehen, so ist auch diese mit dem Erder zu verbinden.

4.2.3 Strahlenerder

In manchen Fällen ist es sinnvoll Strahlenerder zu verwenden, z. B. wenn ein Ringerder aufgrund vieler Ver- und Entsorgungsleitungen nicht errichtet werden kann. Der prinzipielle Aufbau ist wie im Bild 4.3 dargestellt. Bei der Errichtung von Strahlenerdern für Gebäude ist auf deren Mindestanzahl in Abhängigkeit der Fundamentfläche zu achten (siehe **Tabelle 4.1**). Strahlenerder für Gebäude sollten diagonal an den gegenüberliegenden Fundamentecken errichtet werden. Sind weitere Strahlenerder erforderlich, sollten sie gleichmäßig entlang des Fundaments angeordnet werden. Der Ausbreitungswiderstand R_A kann nach Tabelle 4.5 überschlägig berechnet werden. Bei Strahlenerdern ist zu beachten, dass jeder dieser Erder mit der Haupterdungsschiene verbunden wird. Angaben zu Bauformen und Werkstoffen sind im Kapitel 4.2.8 enthalten.

Grundfläche des Fundaments A m^2	n (Mindestzahl) Strahlenerder (Mindestlänge 10 m), Stab-/Tiefenerder (Mindestlänge 5 m)
$A \leq 200$	2
$200 < A \leq 400$	4
$A > 400$	$4 + 1$ je $100 m^2$

Tabelle 4.1 Mindestanzahl von Strahlenerdern oder Stab-/Tiefenerdern in Abhängigkeit von der Grundfläche des Fundaments

(Quelle: DIN 18014:2023-06, Tabellen 1 und 2)

4.2.4 Stab-/Tiefenerder

Tiefenerder (Staberder) werden senkrecht oder schräg in größere Tiefen (bis zu 30 m) des Erdreichs getrieben. In diesen Tiefen ist der spezifische Widerstand der Erde im Allgemeinen kleiner. Die Tiefe richtet sich nach dem Ausbreitungswiderstand. Dabei ist zu empfehlen, dass beim Eintreiben der Stäbe von Zeit zu Zeit der Ausbreitungswiderstand gemessen wird, um unnötigen Aufwand zu vermeiden. Der Ausbreitungswiderstand R_A kann auch nach Tabelle 4.5 überschlägig berechnet werden. Nach DIN 18014 ist es für die Mindestlänge des Erders ausreichend, einen spezifischen Erdwiderstand von 1000 Ωm anzunehmen. Wenn ein Tiefenerder in unterschiedlich leitfähige Bodenarten eingetrieben wird, so ist praktisch nur der gut leitende Teil des Erdreichs wirksam. Die Mindestanzahl der Stab-/Tiefenerder für Gebäude richtet sich wie bei Strahlererder nach Tabelle 4.1 dieses Buchs. Parallel eingetriebene Tiefenerder beeinflussen sich gegenseitig in ihrer Wirkung, weshalb der Abstand mindestens der wirksamen Länge des Tiefenerders entsprechen sollte; der doppelte Abstand ist anzustreben. Stab-/Tiefenerder für Gebäude sollten außerhalb des Fundaments, diagonal an den gegenüberliegenden Fundamentecken errichtet werden. Sind weitere Stab-/Tiefenerder erforderlich, sollten sie gleichmäßig entlang des Fundaments angeordnet werden. Bei Stab-/Tiefenerdern ist zu beachten, dass jeder dieser Erder mit der Haupterdungsschiene verbunden wird. Angaben zu Bauformen und Werkstoffen sind im Kapitel 4.2.8 enthalten.

4.2.5 Die Erdungsanlage als Masche

Ein Ring- oder Fundamenterder ist als geschlossener Ring (Masche) auszuführen und im Fundament bzw. außerhalb des Fundaments des Gebäudes anzuordnen (**Bild 4.4**). Bei Fundamentplatten muss die Anordnung entsprechend erfolgen, der Ring- oder Fundamenterder also ebenfalls als geschlossener Ring ausgeführt und in den Außenbereichen der Fundamentplatte (Bereich, in dem die Außenwände erstellt werden) angeordnet werden.

Bei größerem Gebäudeumfang ist es u. U. erforderlich, die vom Erder umspannte Fläche durch Querverbindungen aufzuteilen. DIN 18014 nennt eine maximale Maschenweite von 20 m \times 20 m. **Bild 4.5** zeigt ein Beispiel für einen größeren Gewerbebau und **Bild 4.6** ein Beispiel für einen Wohnblock.

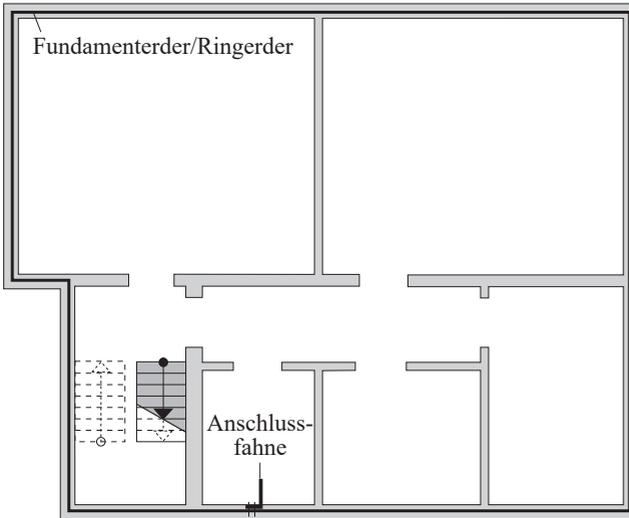


Bild 4.4 Beispiel für die Anordnung des Ring- oder Fundamenterders im Einzelhaus

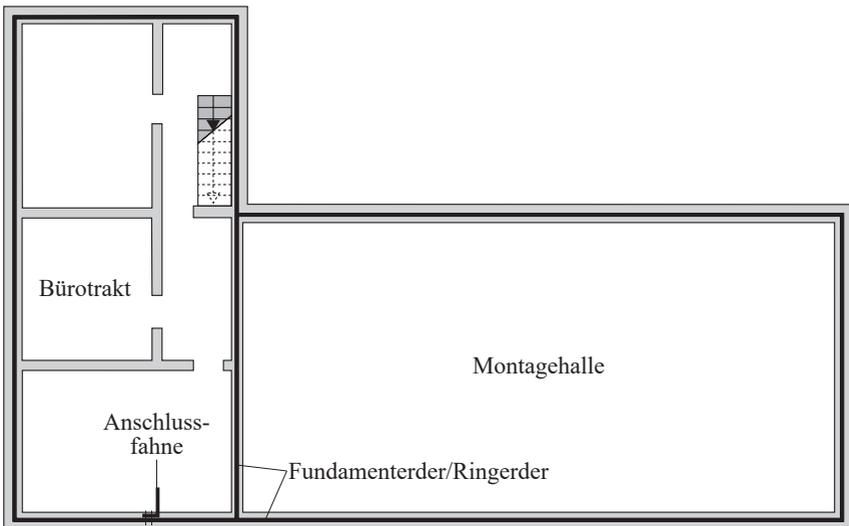


Bild 4.5 Beispiel für die Anordnung des Ring- oder Fundamenterders in einem größeren Gewerbebau

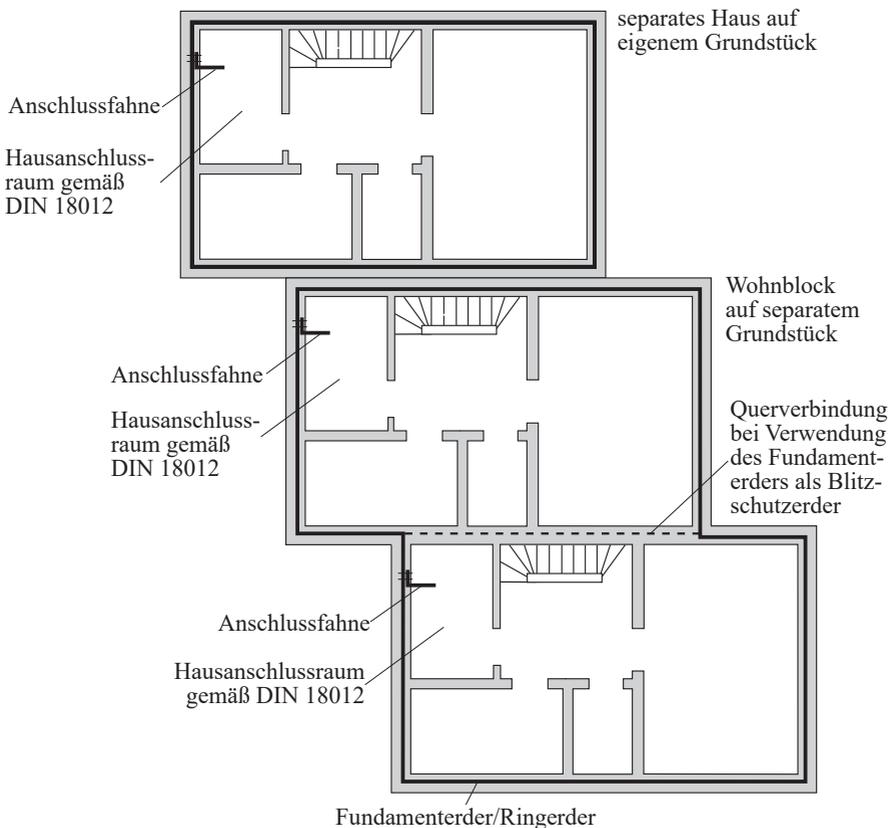


Bild 4.6 Mögliche Anordnung des Ring- oder Fundamenterders in einem Wohnblock

Bei Reihenhäusern werden größtenteils kleinere geschlossene Ringe gebildet (**Bild 4.7**), da jedes Haus auf einem eigenen Grundstück und auf jeweils separatem Fundament steht.

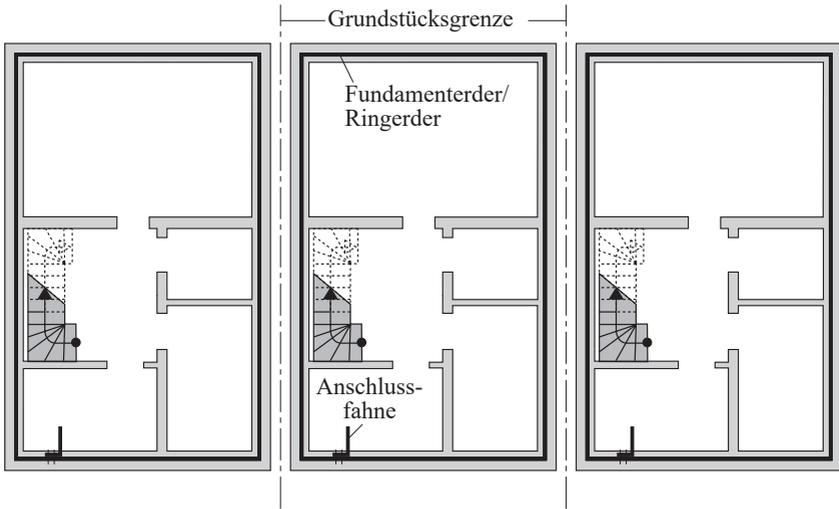


Bild 4.7 Beispiel für die Anordnung der Ring- oder Fundamenterder in Reihenhäusern

Ist bei mehreren Reihenhäusern oder Wohnblöcken eine gemeinsame Erdungsanlage vorhanden, ist eine kombinierte Potentialausgleichsanlage notwendig (siehe Kapitel 4.2.12).

Wird der Ring- oder Fundamenterder gleichzeitig als Blitzschutzterder verwendet, können sich andere Maschenweiten ergeben, siehe DIN EN 62305-3 (**VDE 0185-305-3**).

In der Regel reicht aber auch im Bereich des Blitzschutzes eine Maschenweite von $20\text{ m} \times 20\text{ m}$.

4.2.6 Ringerder

Ein Ringerder wird im Allgemeinen eingesetzt, wenn die Erdfähigkeit des Fundamenterders nicht gegeben ist.

Der Ringerder wird außerhalb des Fundaments, z. B. unterhalb der Sauberkeitsschicht verlegt (siehe Bild 4.3). Die im Bild dargestellte Perimeterdämmung kann gedanklich durch eine Bitumenabdichtung (schwarze Wanne) oder das Mauerwerk durch wasserundurchlässigen Beton (weiße Wanne) ersetzt werden. Auch in diesen Fällen

wäre ein Fundamenterder nicht erdfühlig und Erder im Erdreich, wie der Ringerder notwendig, siehe Kapitel 4.2.7.2 dieses Buchs.

Wie im Kapitel 4.2.5 beschrieben, wird ein Ringerder als geschlossener Ring erdfühlig verlegt. Nach DIN 18014 darf die Maschenweite eines Erders nicht mehr als $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ betragen. Um dies zu gewährleisten, ist dessen Maschenweite ggfs. durch erdfühlig verlegte Verbindungen auf das genannte Maß zu verringern. Wird der Ringerder zusätzlich als Blitzschutzterder verwendet, können sich andere Maschenweiten ergeben, siehe DIN EN 62305-3 (**VDE 0185-305-3**). Angaben zu Bauformen und Werkstoffen sind im Kapitel 4.2.8 enthalten.

4.2.7 Fundamenterder

4.2.7.1 Die Aufgaben eines Fundamenterders

Ein Fundamenterder kann die folgenden Funktionen übernehmen:

- bei vorhandener ausreichender Erdfähigkeit die Funktion des Erders
- die Funktion des Potentialausgleichsleiters als kombinierte Potentialausgleichsanlage (CBN).

Aufgrund moderner Bauweisen von Gebäudefundamenten, z. B. Perimeterdämmung der Bodenplatte oder eine „weiße Wanne“ für den Keller ist die Erdfähigkeit eines Fundamenterders häufig sehr gering, dieses Thema wird ausführlich im Kapitel 4.2.7.2 dieses Buchs beschrieben.

Unabhängig davon bleibt die zweite Funktion des Fundamenterders erhalten. Wann diese Funktion erforderlich ist und welchen Zweck diese Funktion erfolgt, wird im Kapitel 4.2.12 beschrieben.

4.2.7.2 Der Fundamenterder bei erhöhtem Erdübergangswiderstand

4.2.7.2.1 Allgemeines

Wie schon beschrieben, kann die Erdfähigkeit des Fundamenterders eingeschränkt sein, d. h. der Erdübergangswiderstand kann erhöht sein, weil das Fundament

- a) aus wasserundurchlässigem Beton besteht (sogenannte „weiße Wanne“),
- b) von der umliegenden Erde isoliert wurde durch
 - Bitumenabdichtungen (sogenannte „schwarze Wanne“), z. B. Bitumenbahnen,
 - kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung,

- schlagzähe Kunststoffbahnen,
- eine Wärmedämmung (sogenannte „Perimeterdämmung“),
- zusätzlich eingebrachte, kapillarbrechende, schlecht elektrisch leitende Bodenschichten, z. B. aus Recyclingmaterial.

Folgende Gründe sprechen dafür, ein Fundament isoliert auszuführen:

- Schutz des Gebäudes gegen das Eindringen von drückendem Wasser.
- Bewirkung einer zusätzlichen thermischen Isolierung im Kellerbereich.
- Einsparung der Sauberkeitsschicht unterhalb des eigentlichen Fundaments bei der Errichtung des Fundaments.

Wird das Fundament gegenüber der umliegenden Erde isoliert ausgeführt, muss nach DIN 18014 ein alternativer Erder entsprechend Kapitel 4.2.3, Kapitel 4.2.4 oder Kapitel 4.2.6 dieses Buchs errichtet werden.

4.2.7.2.2 Besonderheiten bei vorhandener Wärmedämmung (Perimeterdämmung)

Eine Wärmedämmung an der Außenseite erdberührter Bauteile von Gebäuden wird Perimeterdämmung genannt. Sie besteht in der Regel aus Wärmedämmstoffen, die nur eine geringe Wassermenge aufnehmen und zusätzlich ausreichend druckfest sind. Wird zusätzlich zur Perimeterdämmung eine Wannenabdichtung vorgesehen, sind die Anforderungen für ein nicht erdfühliges Fundament nach Kapitel 4.2.7.2.1 dieses Buchs zu beachten. Ist dies nicht der Fall, müssen grundsätzlich folgende Fälle unterschieden werden:

- Dämmung lediglich unterhalb der Bodenplatte,
- Dämmung lediglich entlang der Wände,
- komplette Dämmung des Fundaments (Wände und Boden).

Bei den ersten beiden Fällen (siehe **Bild 4.8** und **Bild 4.9**) wird das Fundament als erdfühlig angesehen; ein Ringerder ist in diesem Fall nicht erforderlich.

Wird dagegen das gesamte Fundament einschließlich der Außenwände (im Bereich des Erdreichs) mit einer Dämmung verkleidet (Bild 4.3), sind wiederum die Anforderungen nach Kapitel 4.2.7.2.1 dieses Buchs zu erfüllen. Das bedeutet, der Fundamenteerder im Fundament wird zum Potentialausgleichsleiter, und zusätzlich muss ein Erder nach Kapitel 4.2.4, Kapitel 4.2.5 oder Kapitel 4.2.6 in das Erdreich eingebracht werden.

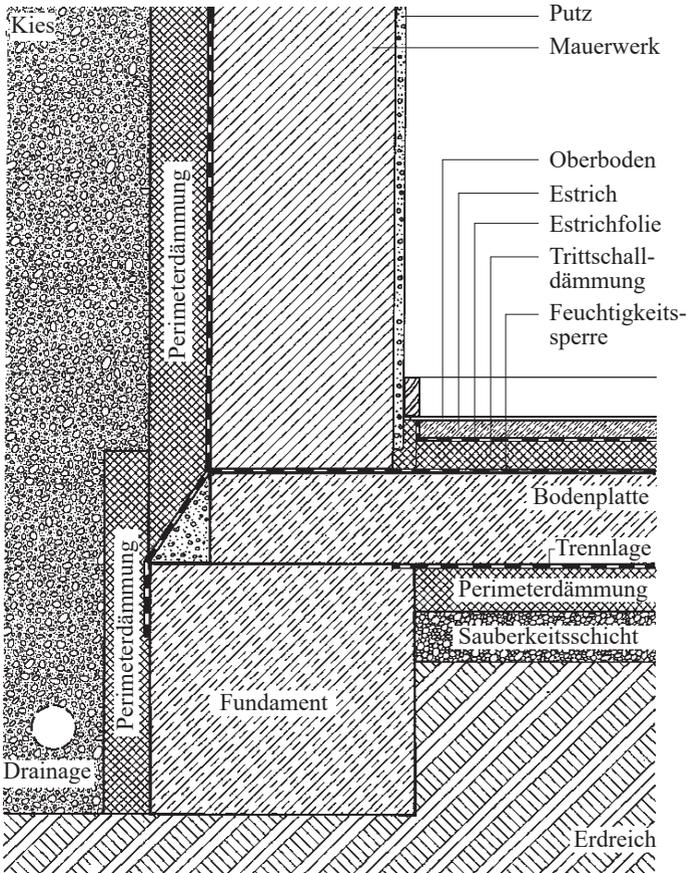


Bild 4.8 Perimeterdämmung an der Außenwand sowie an der außen liegenden Seite des Fundaments sowie unterhalb der Bodenplatte

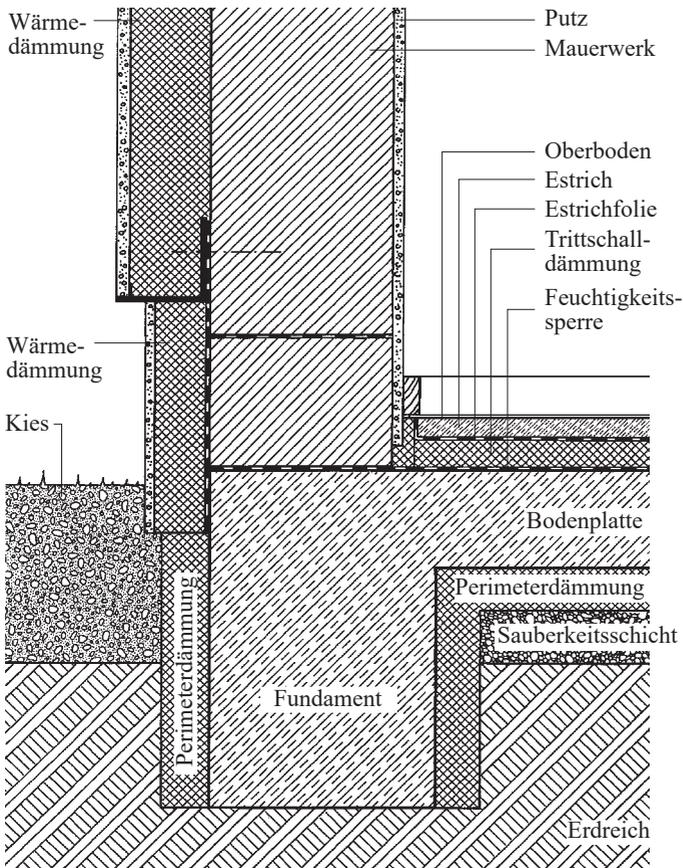


Bild 4.9 Perimeterdämmung an beiden Seiten des Fundaments sowie unterhalb der Bodenplatte