

5.3 Auswahl von Erdungsanlagen

Unterstreicht die Bedeutung der richtigen Auswahl von Erdungsanlagen basierend auf dem spezifischen Anwendungskontext und den Bodenbedingungen.

Die Auswahl einer geeigneten Erdungsanlage ist ein entscheidender Schritt bei der Planung und Errichtung elektrischer Installationen, der eine sorgfältige Abwägung verschiedener Faktoren erfordert. Einer der ersten und wichtigsten Schritte in diesem Prozess ist die Abstimmung mit allen beteiligten Parteien, einschließlich des Anschlussnehmers und/oder des Auftraggebers. Diese Koordination stellt sicher, dass die spezifischen Anforderungen und Erwartungen klar definiert und verstanden werden, sodass die gewählte Erdungsanlage die geforderten Funktionen zuverlässig erfüllen kann.

Ein wesentlicher Aspekt, der bei der Auswahl einer Erdungsanlage berücksichtigt werden muss, ist die Lebensdauer des Gebäudes, in dem sie installiert wird. Die Erdungsanlage muss so konzipiert sein, dass sie über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes hinweg ihre Funktionen aufrechterhalten kann, ohne dass signifikante Änderungen oder Erneuerungen erforderlich sind. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, von Anfang an eine langfristige Perspektive einzunehmen.

Die Komplexität einer Erdungsanlage darf nicht unterschätzt werden. Aufgrund ihrer integralen Rolle im Sicherheitssystem eines Gebäudes können nachträgliche Änderungen an der Erdungsanlage mit erheblichem Zeit- und Investitionsaufwand verbunden sein. Daher ist es entscheidend, die Erdungsanlage sorgfältig zu planen und zu dimensionieren, um zukünftige Anpassungen so weit wie möglich zu vermeiden.

Die Norm DIN 18014:2023-06 spielt eine zentrale Rolle bei der Ausführung der Erdungsanlage und der Auswahl der Materialien. Sie gibt wichtige Richtlinien vor, die sicherstellen, dass die Erdungsanlage den technischen Anforderungen entspricht und eine dauerhafte Funktionalität gewährleistet. Die Lebensdauer der verwendeten Materialien sowie des gesamten Gebäudes sind entscheidende Faktoren, die die langfristige Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der Erdungsanlage beeinflussen.

Ein weiterer entscheidender Aspekt bei der Auswahl und Planung einer Erdungsanlage ist die Berücksichtigung der geplanten bautechnischen Ausführung des Fundaments. Gemäß Anhang E der DIN 18014:2023-06 müssen spezifische Richtlinien und Empfehlungen für die Integration der Erdungsanlage in das Fundament eines Gebäudes beachtet werden. Dies beinhaltet eine detaillierte Planung der Verlegung von Erdern im Zusammenhang mit der Fundamentstruktur, um eine optimale elektrische Leitfähigkeit und Sicherheit zu gewährleisten. Die frühzeitige Einbeziehung dieser Aspekte in die Planungsphase ermöglicht es, die Erdungsanlage effizient in die bautechnische Ausführung des Fundaments zu integrieren, was die Effektivität

der Erdungsmaßnahmen erhöht und potenzielle zukünftige Probleme vermeidet. Die Beachtung dieser Richtlinien unterstützt nicht nur eine normkonforme Ausführung, sondern trägt auch zur Langlebigkeit und Zuverlässigkeit der Erdungsanlage bei, indem sie sicherstellt, dass diese optimal in die Gebäudestruktur eingebettet ist.

Zusammenfassend ist die Auswahl einer Erdungsanlage ein komplexer Prozess, der eine umfassende Planung und Abstimmung mit allen beteiligten Parteien erfordert. Die Berücksichtigung der Lebensdauer des Gebäudes, die Einhaltung von Normen und die sorgfältige Auswahl der Materialien sind entscheidend für die Sicherstellung einer zuverlässigen und dauerhaften Funktionalität der Erdungsanlage. Durch eine vorausschauende Planung und die Beachtung dieser Schlüsselfaktoren können zukünftige Herausforderungen minimiert und die Sicherheit und Effizienz der elektrischen Installationen gewährleistet werden.

In der **Tabelle 5.3** sind wichtige Aspekte für die Auswahl der Erdungsanlagen zusammenfassend dargestellt.

- Wichtig ist die Abstimmung über Details der Erdungsanlage mit dem Anschlussnehmer bzw. dem Auftraggeber.
- Es muss sichergestellt werden, dass die Funktionen, die von der Erdungsanlage erwartet werden, auch tatsächlich erfüllt werden können. (→ Kapitel 5.1)
- Die voraussichtliche Lebensdauer des Gebäudes muss beachtet werden.
- Die Komplexität einer Erdungsanlage muss Berücksichtigung bei der Auswahl finden, weil nach der fertigen Errichtung Änderungen kaum oder nur mit intensivem Zeit- und Investitionsaufwand umzusetzen sind.
- Die Ausführung der Erdungsanlage und die Auswahl der Produkte, einzelner Teile der Anlage und die entsprechenden Werkstoffe nach DIN 18014:2023-06 und die Lebensdauer der Produkte spielen eine wichtige Rolle für die dauerhafte Funktionalität der Erdungsanlage.
- Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Berücksichtigung der geplanten bautechnischen Ausführung des Fundaments nach Anhang E von DIN 18014:2023-06. → Tabelle 5.4
- Die Gleichwertigkeit von Erdungsanlagen ist außerdem noch zu berücksichtigen. → Tabelle 5.5

Tabelle 5.3 Aspekte für die Auswahl der Erdungsanlagen nach DIN 18014:2023-06, Abschnitt 5

Gemäß Anhang E der DIN 18014:2023-06 müssen spezifische Richtlinien und Empfehlungen für die Integration der Erdungsanlage in das Fundament eines Gebäudes beachtet werden, die aufgrund ihrer Bauweise einen erhöhten Erdübergangswiderstand aufweisen. Die Effektivität eines Erders kann durch verschiedene bauliche Anforderungen und Maßnahmen beeinträchtigt werden, die darauf abzielen, das Fundament gegen Wasser, Feuchtigkeit und andere Umwelteinflüsse zu schützen. Zu den Hauptgründen, die eine solche Schutzmaßnahme erfordern, gehören bauphysikalische und hygienische Anforderungen, die Abdichtung gegen Radon sowie die Einhaltung des Gebäudeenergiegesetzes, das eine Dämmung des Fundamentes für energieeffizient beheizte oder gekühlte Gebäude vorschreibt.

Die Notwendigkeit, Gebäude gegen das Eindringen von Wasser und Feuchtigkeit abzudichten, führt zur Verwendung von wasserundurchlässigem Beton und speziellen Abdichtungen für erdberührte Bauteile. Zusätzlich werden Frischbetonverbundfolien und schlagzähe Kunststoffbahnen eingesetzt, um eine effektive Barriere zu schaffen. Die Isolierung des Fundaments durch Perimeterdämmung an Unterseiten und Seitenwänden sowie die Anwendung kapillarbrechender Schichten unter der Bodenplatte verbessern zwar die Energieeffizienz und schützen vor Radon, erhöhen jedoch den Erdübergangswiderstand.

Diese Bauweisen und Materialien können die notwendige „Erdfähigkeit“ des Erders beeinträchtigen, was bedeutet, dass die Fähigkeit des Erders, effektiv zu erden und elektrische Ströme sicher abzuleiten, reduziert wird. Dieser erhöhte Erdübergangswiderstand erfordert eine sorgfältige Planung und Umsetzung der Erdungsmaßnahmen, um die Sicherheit und Funktionalität elektrischer Anlagen in Gebäuden zu gewährleisten. Anhang E der DIN 18014:2023-06 liefert daher entscheidende Richtlinien für die Berücksichtigung dieser speziellen Herausforderungen bei der Gestaltung von Fundamenten, um eine zuverlässige Erdung auch unter diesen erschwerten Bedingungen sicherzustellen. Eine schnelle Übersicht dieser Inhalte dient die **Tabelle 5.4**.

Die notwendige **Erdfähigkeit des Erders im Fundament** kann durch verschiedene Bauweisen aufgrund unterschiedlicher Anforderungen des Fundamentes nachteilig beeinflusst werden. Folgende Anforderungen sind möglich:

- Bauliche Anlagen bei Gebäuden sind aus bauphysikalischen und hygienischen Gründen, im Fundament meist gegen Wasser und Feuchtigkeit abzudichten.
- Bei Gebäuden, soweit sie unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden, ist das Gebäudeenergiegesetz maßgebend, eine Dämmung des Fundamentes ist daher möglich.
- Gebäude mit Innenräumen für Wohn- und Arbeitsplätzen sind gegen Eintritt von Radon abgedichtet zu errichten.

Diese Anforderungen führen dazu, dass Feuchtigkeit nicht in das Fundament eindringen kann, und somit erhöht sich der notwendige Erdübergangswiderstand, insbesondere beifolgenden Bauweisen:

- Verwendung von wasserundurchlässigem Betonen,
- Abdichtungen erdberührter Bauteile,
- Verwendung von Frischbetonverbundfolien,
- Verwendung von schlagzähen Kunststoffbahnen,
- Einbau von Wärmedämmung als Perimeterdämmung auf der Unterseite und Seitenwänden der Fundamente,
- zusätzlich eingebrachte, kapillarbrechende, schlecht elektrisch leitende Bodenschichten unter der Bodenplatte

Tabelle 5.4 Zusätzliche Informationen zu Fundamenten mit erhöhtem Erdübergangswiderstand nach Anhang E der DIN 18014:2023-06

Bei der Planung und Auswahl von Erdungsanlagen ist es von entscheidender Bedeutung, eine Reihe von Auswahlkriterien zu berücksichtigen, um die geforderte Funktionalität und Zuverlässigkeit über die Lebensdauer der Anlage sicherzustellen. Diese Kriterien dienen als Richtschnur für Ingenieure und Planer, um eine optimale Performance und Sicherheit der Erdungsanlagen zu gewährleisten.

Eines der primären Kriterien ist der Schutz vor Korrosion, besonders in Bezug auf die Auswahl der Werkstoffe. Korrosion kann die Lebensdauer und Effektivität einer Erdungsanlage erheblich beeinträchtigen. Deshalb ist es wichtig, Materialien zu wählen, die eine hohe Beständigkeit gegenüber korrosiven Umgebungen aufweisen, um eine lang anhaltende Funktionsfähigkeit und Sicherheit zu garantieren.

Die mechanische Festigkeit der Komponenten ist ebenfalls ein kritisches Auswahlkriterium. Erdungsanlagen müssen in der Lage sein, äußeren Einwirkungen oder potenziellen Beschädigungen standzuhalten, ohne dass ihre Funktionalität beeinträchtigt wird. Dies umfasst die Widerstandsfähigkeit gegen physische Einflüsse wie Bodenbewegungen, menschliche Aktivitäten oder schwere Wetterbedingungen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die thermische Beanspruchung, die durch Erdkurzschlüsse, betriebsbedingte Ausgleichsströme und Blitzströme verursacht werden kann. Die Erdungsanlage muss so ausgelegt sein, dass sie diese extremen Bedingungen ohne Schädigung oder Leistungseinbußen übersteht. Dies erfordert eine sorgfältige Dimensionierung und Materialauswahl, um eine Überhitzung der Anlage und damit verbundene Risiken zu vermeiden.

Der Gesamterdungswiderstand spielt eine zentrale Rolle für die vorgesehene Nutzung der Erdungsanlage. Er muss spezifisch für die jeweilige Anwendung und die örtlichen Gegebenheiten berechnet werden, um effektiven Schutz bei elektrischen Störungen zu gewährleisten. Ein zu hoher Erdungswiderstand kann die Wirksamkeit der Erdungsmaßnahmen beeinträchtigen und somit die Sicherheit gefährden.

Schließlich ist der kombinierte Potentialausgleich ein wesentliches Kriterium, das sicherstellt, dass im Falle einer elektrischen Störung kein gefährliches Potentialgefälle innerhalb der Anlage oder zwischen verschiedenen leitfähigen Teilen entsteht. Dieser umfasst nicht nur die Erdungsanlage selbst, sondern auch die Verbindung zu anderen leitfähigen Teilen des Gebäudes oder der Anlage, um eine gleichmäßige Potentialverteilung zu gewährleisten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die sorgfältige Berücksichtigung dieser Auswahlkriterien grundlegend für die Planung und Errichtung von Erdungsanlagen ist. Sie tragen wesentlich dazu bei, eine sichere und effiziente Funktion der elektrischen Systeme über die gesamte Nutzungsdauer hinweg zu gewährleisten. In der **Tabelle 5.5** sind diese Anforderungen aus der DIN 18014:2023-06 schlagwortartig zusammengefasst.

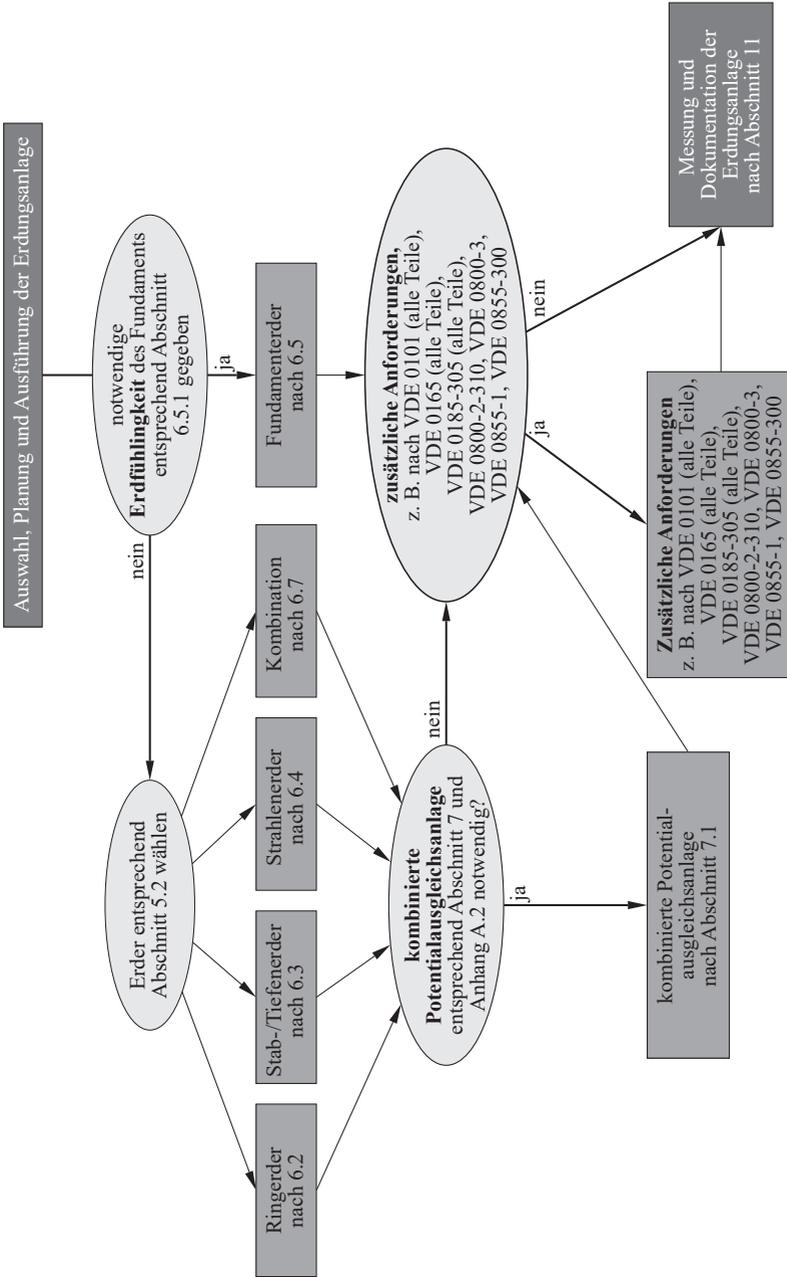


Bild 5.1 Entscheidungshilfe als Flussdiagramm zur Planung, Auswahl und Ausführung/Errichtung der Erdungsanlagen
(Quelle: DIN 18014:2023-06, Bild D.1)

Für die **geforderte Funktionalität** sind folgende **Auswahlkriterien für eine Gleichwertigkeit der Erdungsanlagen** zu berücksichtigen:

- Schutz vor Korrosion in Hinblick auf die Auswahl der Werkstoffe,
- mechanische Festigkeit bezogen auf äußere Einwirkungen oder Beschädigungen,
- thermische Beanspruchung hervorgerufen durch Erdkurzschlüsse, betriebsbedingte Ausgleichsströme und Blitzströme,
- Gesamterdungswiderstand bezogen auf die vorgesehene Nutzung der Erdungsanlage,
- kombinierter Potentialausgleich

Tabelle 5.5 Auswahlkriterien für eine Gleichwertigkeit von Erdungsanlagen nach DIN 18014:2023-06

Eine weitere hilfreiche Entscheidungsgrundlage als Flussdiagramm ist in der DIN 18014:2023-06, als Anhang D enthalten (**Bild 5.1**).

5.4 Arten von Erdern und ihre Ausführungen

Gibt einen Überblick über die verschiedenen Erderarten und deren spezifische Einsatzgebiete sowie Installationsverfahren.

In der Elektrotechnik ist die Erdung von entscheidender Bedeutung für die Sicherheit und Funktionalität elektrischer Anlagen. Die DIN 18014:2023-06 legt spezifische Anforderungen an die Ausführungen von Erdern fest, um eine effektive und sichere Erdung zu gewährleisten. Es gibt verschiedene Arten von Erdern, darunter Ringerder, Stab-/Tiefenerder, Strahlenerder, Fundamenterder sowie Kombinationen dieser Erder. Diese Erderarten können, unter Einhaltung der Kriterien nach Kapitel 5.3 dieses Buchs, als gleichwertig angesehen werden.

Interessant ist, dass einzelne Erder teilweise durch geeignete erdfähige Konstruktionsteile aus Metall des jeweiligen Gebäudes ersetzt werden können, wie beispielsweise Gründungspfähle. Es ist jedoch wichtig, dass die Kriterien für Funktionalität und Sicherheit, wie in Kapitel 5.3 des Buchs beschrieben, vollständig erfüllt bleiben.

Die Norm unterstreicht die Bedeutung einer frostfreien Errichtung der Erder, mit einer Mindestverlegetiefe von 50 bis 100 cm, je nach geografischer Lage des Gebäudes. Diese Tiefe trägt dazu bei, die jahreszeitlichen Schwankungen des Erdausbreitungswiderstands zu minimieren. Der spezifische Erdwiderstand darf dabei einen Wert von 1 000 Ωm nicht überschreiten, um eine ausreichende Erdfähigkeit zu gewährleisten. Sollte dieser Wert nicht erreichbar sein, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, wie der Einsatz von Erdverbesserungsmaterialien gemäß DIN EN IEC 62561-7 (**VDE 0185-56-7**).

Darüber hinaus ist es erforderlich, dass der Erder über einen Erdungsleiter mit der Haupterdungsschiene verbunden wird. Bei Verwendung einer kombinierten Potentialausgleichsanlage muss diese ebenso mit dem Erder verbunden werden.

Tabelle 5.6 zeigt allgemeine *Anforderungen* an die Ausführung von *Erdungsanlagen* nach DIN 18014:2023-06, Abschnitt 6.

- Die direkt im Erdreich verlegten Erder, wie Ringerder, Stab-/Tiefenerder, Strahlenerder und Fundamenterder sind im frostfreien Bereich erdfühlig zu errichten.
- frostfrei bedeutet: eine Mindestverlegetiefe von 50 cm bis 100 cm, abhängig von der jeweiligen geografischen Lage des Objekts,
- Erdfühligkeit bedeutet: ein ausreichender elektrischer Kontakt des Erders mit dem Untergrund, wobei der spezifische Erdwiderstand von 1 000 Ωm nicht überschritten werden darf, (typische Werte des spezifischen Erdwiderstands sind im Anhang F der DIN 18014:2023-06 zu finden)
- Werden Erder in Untergründen errichtet, die einen spezifischen Erdwiderstand von über 1 000 Ωm aufweisen, sind zusätzliche Maßnahmen notwendig, z. B. Erdverbesserungsmaterialien nach DIN EN IEC 62561-7 (**VDE 0185-561-7**). Durch diese Materialien lassen sich der spezifische Erdwiderstand verbessern bzw. der Ausbreitungswiderstand reduzieren.
- Der Erder ist über einen Erdungsleiter mit der Haupterdungsschiene zu verbinden.
- Ist eine kombinierte Potentialausgleichsanlage vorhanden, so muss diese ebenfalls mit dem Erder verbunden werden.

Tabelle 5.6 Allgemeine Anforderungen an Erdungsanlagen nach DIN 18014:2023-06, Abschnitt 6

Hinweis: Zusätzlich bietet der Anhang G der Norm eine Tabelle mit verschiedenen Gebäudegrundflächen und spezifischen Widerständen, die zur Ausführung der Erder herangezogen werden können, um einen Ausbreitungswiderstand von $\leq 100 \Omega$ annäherungsweise zu bestimmen. Die Ausbreitungswiderstände verschiedener Erder sind in den nachfolgenden **Tabelle 5.7**, **Tabelle 5.8** und **Tabelle 5.9** enthalten.

Spezifischer Bodenwiderstand ρ_E Ωm	Abmessungen eines Fundaments Länge \times Breite A in m^2				
	5 \times 5	5 \times 10	10 \times 10	10 \times 20	20 \times 20
	Ausbreitungswiderstand der Erdungsanlage in Ω				
1 000	88	63	44	31	22
2 000	277	125	89	63	44
5 000	442	313	220	156	111
10 000	885	626	442	313	221

Tabelle 5.7 Typische Werte für Ausbreitungswiderstände von verschiedenen Gebäudegrundflächen bei unterschiedlichen spezifischen Bodenwiderständen für Ringerder und Fundamenterder

Spezifischer Bodenwiderstand ρ_E Ωm	Abmessungen eines Fundaments Länge \times Breite A in m^2				
	≤ 200	$200 < A < 400$	500	800	1000
	Mindestanzahl von Stab-/Tiefenerdern je 5 m Länge				
	2	4	5	8	10
Ausbreitungswiderstand der Erdungsanlage ^{a)} in Ω					
1000	125/100 ^{b)}	68	56	37	30
2000	251	137	112	74	60
5000	628	341	280	185	151
10000	1256	683	560	369	302

^{a)} Geringe gegenseitige Beeinflussung der parallel geschalteten Einzelerder bei ausreichendem Abstand.
^{b)} Siehe DIN 18014:2023-06, Abschnitt 6.3: Stab-/Tiefenerder haben den Vorteil, dass sie in größeren Tiefen in Erdschichten liegen, deren spezifischer Widerstand im Allgemeinen geringer ist als in oberflächennahen Bereichen. Deshalb ist im Allgemeinen ein Ausbreitungswiderstand $\leq 100 \Omega$ zu erwarten.

Tabelle 5.8 Typische Werte für Ausbreitungswiderstände von verschiedenen Gebäudegrundflächen bei unterschiedlichen spezifischen Bodenwiderständen für Stab-/Tiefenerder

Spezifischer Bodenwiderstand ρ_E Ωm	Abmessungen eines Fundaments A in m^2				
	≤ 200	$200 < A < 400$	500	800	1000
	Mindestanzahl von Strahlenerdern je 10 m Länge				
	2	4	5	8	10
Ausbreitungswiderstand der Erdungsanlage in Ω					
1000	132	72	58	39	32
2000	264	143	117	77	63
5000	660	358	293	193	158
10000	1320	715	586	385	315

Tabelle 5.9 Typische Werte für Ausbreitungswiderstände von verschiedenen Gebäudegrundflächen bei unterschiedlichen spezifischen Bodenwiderständen für Strahlenerder