

Motivation

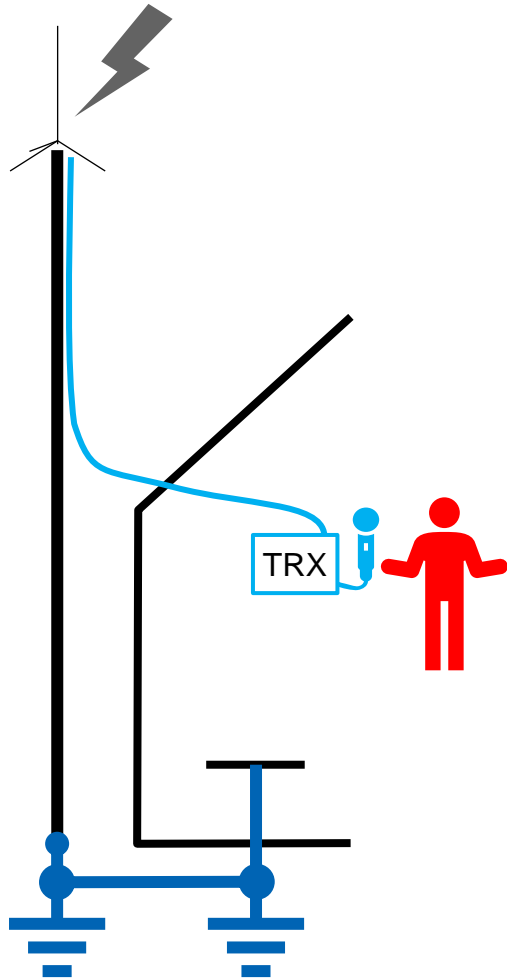
Antennenerdung ist eine Maßnahme, die für Funkamateure aus zweierlei Sicht von großem Interesse ist:

1. Wie kann ich meine Funkanlage schützen, damit sie, das Shack-Gebäude und der Funkamateur selbst (!) bei einem direkten Blitzeinschlag möglichst wenig Schaden erfährt?
2. Was muss ich als Funkamateur tun, damit ich nach einem Blitzeinschlag in die eigene Funkanlage bei Schäden Anderer haftungs- oder strafrechtlich nicht belangt werden kann?

Bild: DL5MM



Motivation 2: Amateurfunk – holt den Blitz ins Haus



- Die Nutzung eines Funkgeräts ist - aus Sicht des Blitzschutzes - die einzige Anwendung, bei der Personen mit direktem Blitz ohne größere Stromaufteilung in Berührung kommen können.
- Deswegen sind Antennenerdung und Potentialausgleich wichtig!

Bild: DARC AK Antennenerdung

Praxis garantiert mit
75 Fotos + 20 Grafiken

Praxisbeispiele für Antennenerdung nach E DIN VDE 0855-300:2025

DARC VDE AK Blitzschutz von Funkanlagen, Thomas Raphael DF4KJ
Amateurfunktagung München, 8.-9.3. 2025

Matt Biddulph from UK, CC BY-SA 2.0, via Wikimedia Commons

- DARC VDE* Arbeitskreis Blitzschutz von Funkanlagen

- 4 Funkamateure

- Fabian Amann DC1SAF
- Michael Schweyda** DF9BA (DARC-Normenreferent)
- Thomas Raphael** DF4KJ
- Wolfgang Hunger** DL5MM (Leitung)

- begleiten die Aktualisierung der Norm **DIN VDE 0855-300 Funkanlagen mit Senderausgangsleistungen bis 1 kW – Teil 300: Sicherheitsanforderungen**

* in Zusammenarbeit mit dem Ausschuss Blitzschutz und Blitzforschung des VDE e.V. (VDE ABB)

** 3 Mitglieder* arbeiten im zuständigen Normengremium DKE AK 735.0.2 mit



Bild: lassedesignen - Bildlia.com

- Wer hat bereits den Vortrag Blitzschutz für Funkanlagen 2023/24 besucht (Amateurfunktagung München, Funk.Tag Kassel, Hamradio Friedrichshafen ...)?
- Bei wem gab es bereits einen Blitzschaden am Gebäude / im Shack (direkter Treffer / Überspannung)?
- Wer hat in seinem Bekanntenkreis von einem Blitzschaden am Gebäude / im Shack gehört (direkter Treffer / Überspannung)?



Einführung

Begriffe • Aktualisierung VDE 0855-300 • Rückblick Antennenerdung • Antennenmast: Anschluss an Erdungsleiter • Wieviel Potentialausgleich ist nötig? • Potentialausgleich ohne / mit Blitzströmen



Antennen mit Metallrohren



UKW- / KW-Richtantenne • Antennenrotor



Drahtantennen



Delta-Loop • Dipol ohne Mittelmast • Dipol mit Bakun • Mittelmast • Hexbeam



Erdung von endgespeisten Antennen




Erdung von Antennen mit Zweidrahtleitung





Parabolantennen



Blitzschlag geschützte Bereiche • Fanglänge • Antenneninstallation unter Dach



Erdung von Antennen / Potentialausgleich mit Koaxkabel



Erdungsanlage



Haupterdungsschiene HES • Tiefenerder • Fundamenterder • Verbindungsleiter



Potentialausgleich – Personen- / Sachschutz + Blitzströme „verdünnen“



am Mastfuß • im Shack • Verbindungsleiter zur HES



Überspannungsschutz: Funktechnik schützen



Auswahlkriterien für SPD • Überspannungsschutz für LAN-Kabel • Wie gefährdet sind Funkgeräte?



Wo kann ein Blitz einschlagen? Blitzkugelverfahren



Physikalische Grundlagen • Beispiel-Skizzen • Anwendung



Sicherheitsabstand – Blitzüberschlag vermeiden



Einflussfaktoren • Sicherheitsabstand in VDE 0855-300



Zusammenfassung

Normen, Literatur • VDE Informationen Blitzschutz • VDE Newsletter: Blitzschutz • Rechtlicher Hinweis • Ansprechpartner



Einführung

Begriffe • Aktualisierung VDE 0855-300 • Rückblick Antennenerdung •
Antennenmast: Anschluss an Erdungsleiter • Wieviel Potentialausgleich ist
nötig? • Potentialausgleich ohne / mit Blitzströmen

Bild: Merja Partanen, Mikkeli, Finland, CC0, via Wikimedia Commons

Begriffe (1)



- **Funkanlage (bzw. Amateurfunk: Amateurfunkstelle):**
Eine Funkanlage ist die Gesamtheit aus fest installierter Antennenanlage, Funksende-/-empfangsanlage, Antennen- und Stromkabel, Stromversorgung, Systemtechnik und zugehöriger Infrastruktur.
- **Antennenerdung:**
Elektrische Verbindung einer Antennenanlage mit einer Erdungsanlage, damit die bei einem Blitzeinschlag auftretenden hohen Blitzströme in die Erde eingeleitet werden.
- **Potentialausgleich:**
Herstellen elektrischer Verbindungen zwischen leitfähigen Teilen wie z. B. Antennenmast, Schirme von Koaxkabeln, Metallgehäusen von Funkgeräten, um Potentialgleichheit zu erzielen. Geschieht dies zum Schutz von Personen, werden die Maßnahmen Schutzpotentialausgleich genannt.
- **Blitzschutz, Blitzschutzsystem:**
Unter Blitzschutz versteht man Schutzmaßnahmen gegen Auswirkungen von Blitzen auf Personen, bauliche Anlagen und technische Einrichtungen. Die aufeinander abgestimmten Schutzmaßnahmen werden Blitzschutzsystem genannt.
Mit einem Blitzschutzsystem werden bei Blitzeinschlägen kurzzeitig auftretende hohe Blitzenergien kontrolliert in die Erde eingeleitet. Dies reduziert die Entstehung von Bränden sowie Schäden an Gebäuden und elektrischen Anlagen. Zur Sicherstellung dieser Funktion ist eine fachgerechte Planung und Errichtung sowie regelmäßige Überprüfung und Wartung durch Blitzschutz-Fachkräfte unerlässlich.

Begriffe (2)

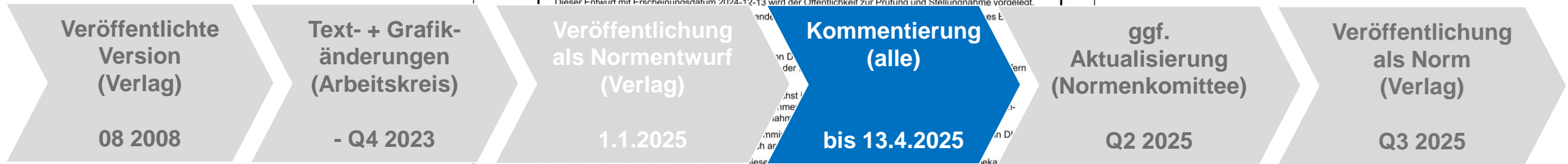


- **Überspannungsschutz, Überspannungsschutzgerät SPD**
Schutzmaßnahmen gegen die Auswirkungen von Überspannungen. Dazu gehören der Einsatz von Überspannungs-Schutzgeräten (en: Surge Protective Device, abgekürzt SPD) oder die Schirmung von Geräten und Kabeln.
- **Haupterdungsschiene HES:**
Teil der Erdungsanlage; ermöglicht eine elektrische Verbindung zu Erdungszwecken. (Vorherige Bezeichnung: Hauptpotentialausgleichsschiene)
- **Potentialausgleichsschiene PAS:**
Schiene, die Teil eines Potentialausgleichssystems ist und die mehrere elektrische Verbindungen von Leitern zum Zwecke des Potenzialausgleichs ermöglicht.
- **Impedanz:**
Wechselstromwiderstand, der das Verhältnis von elektrischer Spannung zur Stromstärke unter Einbeziehung der Phasenverschiebung beschreibt.
Der Blitz ist im Wesentlichen ein Stoßstrom (Stromimpuls mit sehr steilem Anstieg). Deswegen wirkt ein einfacher Leiter mit seiner Induktivität und geringem ohmschen Widerstand als relativ hochohmige Impedanz.

Aktualisierung der „Antennen-Norm“ VDE 0855-300



DEUTSCHE NORM		Entwurf	Januar 2025
DIN VDE 0855-300 (VDE 0855-300)		DIN	
Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.		VDE	
Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.			
ICS 33.060.20		Einsprüche bis 2025-04-13	
Entwurf		Vorgesehen als Ersatz für DIN VDE 0855-300 (VDE 0855-300):2008-08	
Funkanlagen mit Senderausgangsleistungen bis 1 kW – Teil 300: Sicherheitsanforderungen			
Radio systems with transmitter RF output power up to 1 kW – Part 300: Safety requirements			
Systèmes radio pour puissance de sortie RF jusqu'à 1 kW – Partie 300: Règles de sécurité			
Anwendungswarnvermerk			
Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-12-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.			



Kurzer Rückblick: Antennenerdung nach DIN VDE 0855-300

„Der Blitz will in die Erde“

Personenschutz +
Blitzstrom aufteilen

Antennen-
erdung



Potential-
ausgleich



DIN VDE
0855-300



Großer Blitzstrom



K(l)eine Blitzströme

Antennenerdung im Amateurfunk = (häufig) Erdung von Mast und Speiseleitung bei akzeptierbaren Sachschäden



- Im Amateurfunk üblich z. B. Rundstrahlantennen mit vertikalem Strahler, Richtantennen, Drahtantennen
- Folge: **Blitzüberschläge** von Antenne auf die nächsten geerdeten Teile, i. d. R. Antennenkabel + -mast
- **Voraussetzung!!!**
 1. Personen nicht gefährdet durch herabfallende Teile
 2. Kein Brand
 3. Kein Sachschäden bei Dritten

immer

- Lichtbogen bei Überschlägen auf Antennenkabel oder geerdete Teile in der Nähe
- Durchschmelzen der Antennenbefestigung am Mast

Rundstrahler

- Zerplatzen des Strahlers

Richtantennen

- Herunterfallen von Antennenteilen (Rohre)
- Abschmelzungen von Metallrohren

Drahtantennen

- Durchschmelzen + Herunterfallen des Antennendrahts und der Zweidrahtleitung
- Lichtbogen bei Überschlägen im Balun

**Sonderfall
Amateurfunk**

Kurzer Rückblick: Antennenerdung – Der Blitz will in die Erde

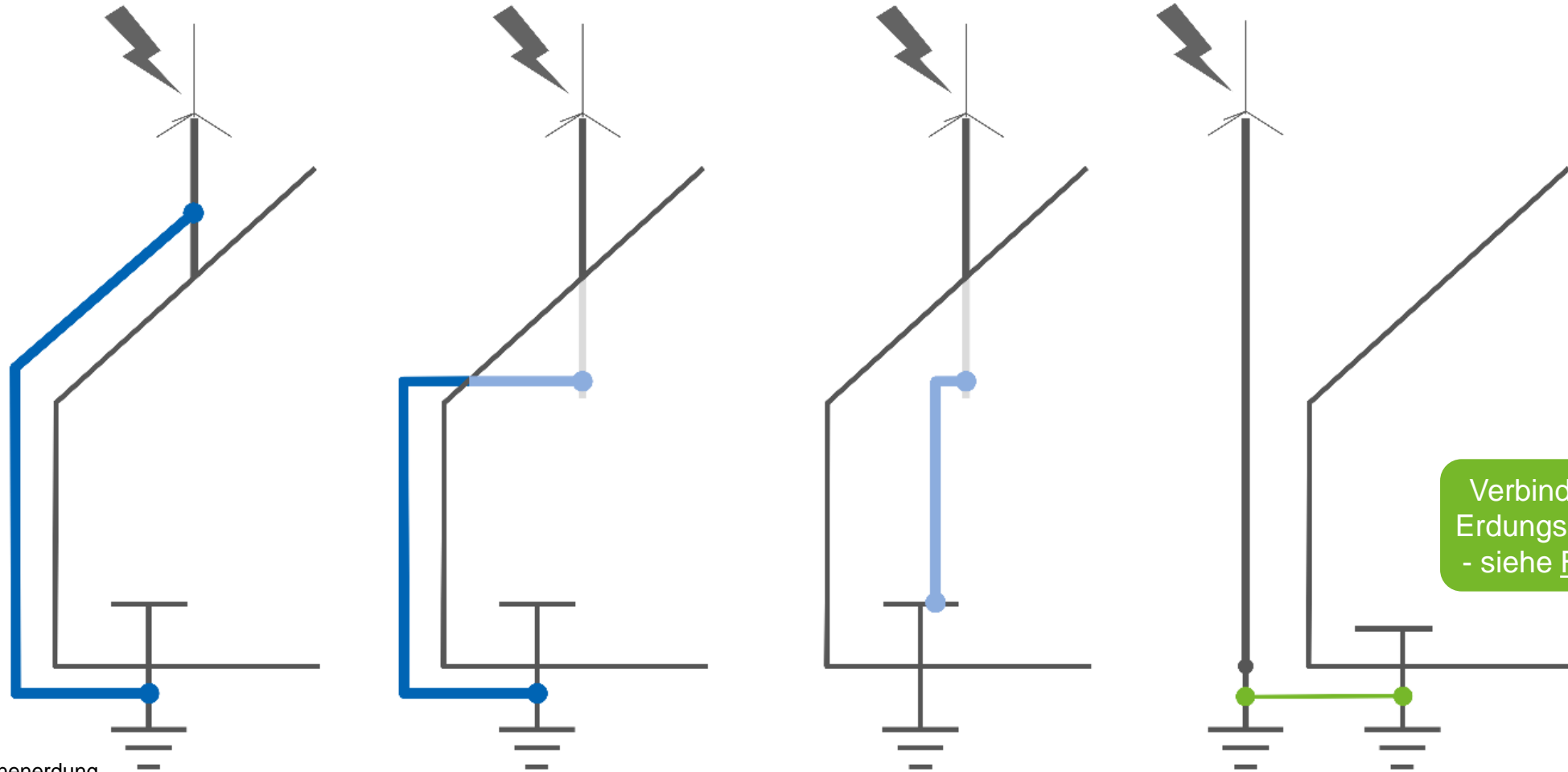


Bild: DARC AK Antennenerdung

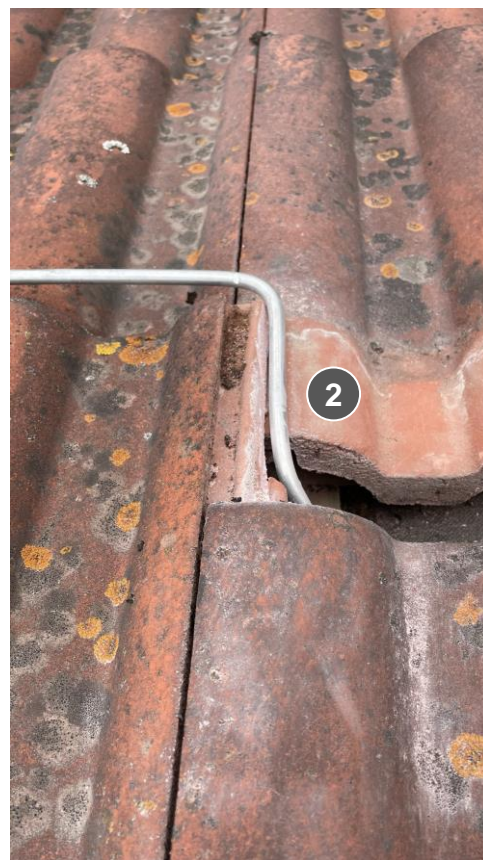
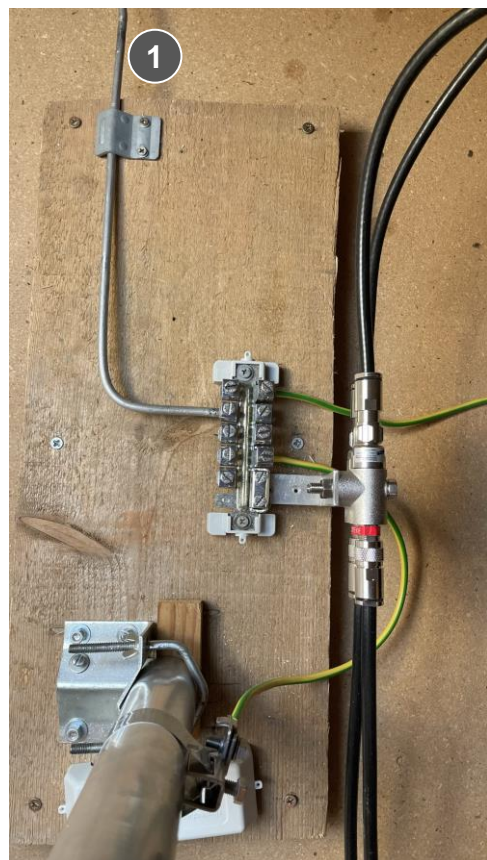
Umfrage unter den Teilnehmenden



Bild: lassedesignen - Bildlia.com

- Wer hat bei seiner Funkanlage eine Antennenerdung, wie hier prinzipiell gezeigt, installiert?

Antennenmast: unter Dach Anschluss an Erdungsleiter aus Aludraht (Blitzschutz)



Antennenmast und Blitzschutzsystem: Anschluss an Fangleitung (durch Blitzschutz-Fachkraft)

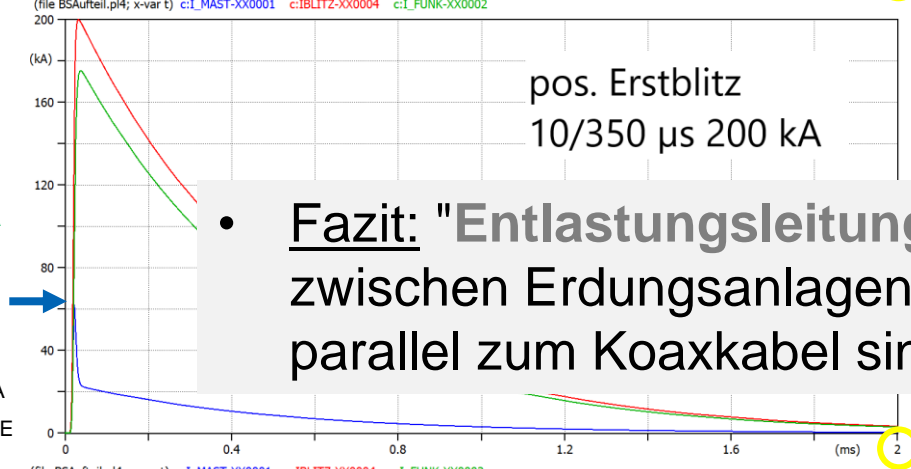
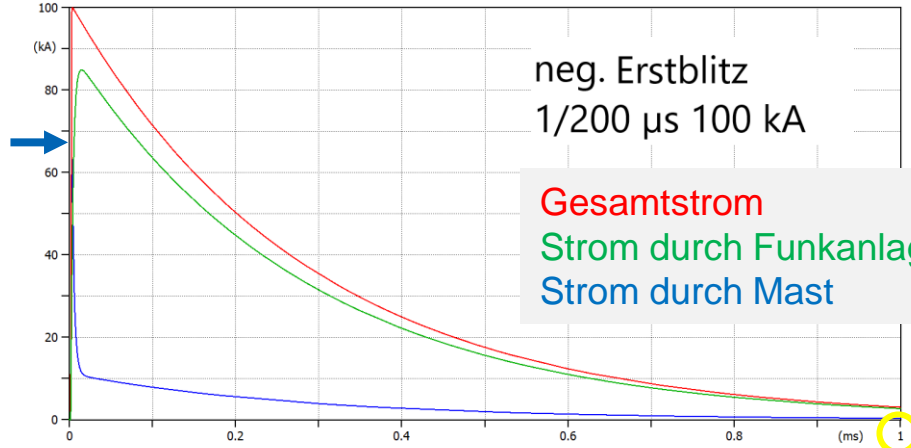
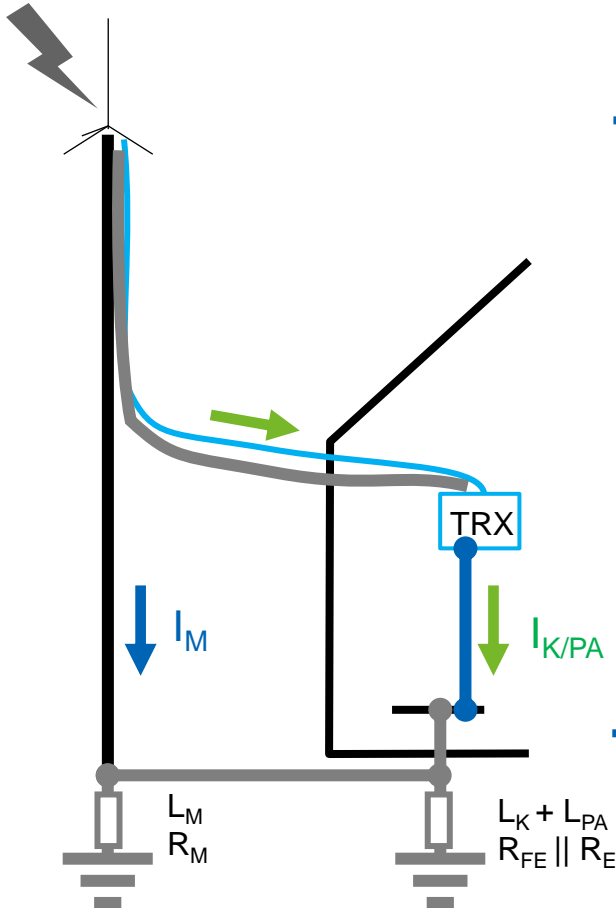


KW-Zweidrahtleitung elektrisch isoliert vom geerdeten Antennenmast + Koaxkabel der UKW-Antenne



Bilder: DF4KJ

Wieviel Potentialausgleich ist nötig? Beispiel: freistehender Antennenmast



Fazit: "Entlastungsleitungen" zwischen Erdungsanlagen + parallel zum Koaxkabel sinnvoll

Strom-Maximum Koaxkabel/TRX

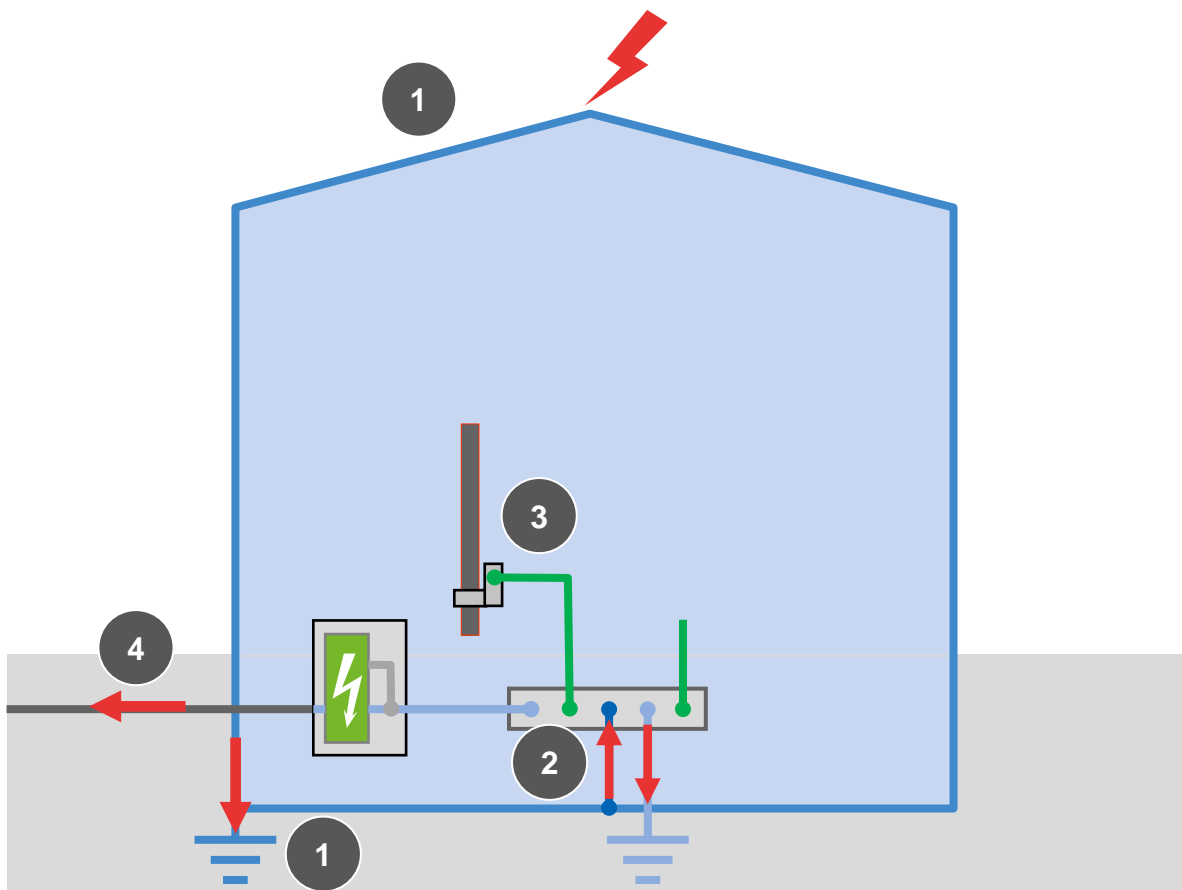
- bei negativem Erstblitz (100 kA)
 - ansteigend: 85% (85 kA)
 - abfallend: 85% (85 kA)
- bei positivem Erstblitz (200 kA)
 - ansteigend: 87.5% (175 kA)
 - abfallend: 87.5% (175 kA)

Strom-Maximum Mast

- bei negativem Erstblitz (100 kA)
 - ansteigend: 68% (68 kA)
 - abfallend: 11% (11 kA)
- bei positivem Erstblitz (200 kA)
 - ansteigend: 31% (62 kA)
 - abfallend: 11.5% (23 kA)

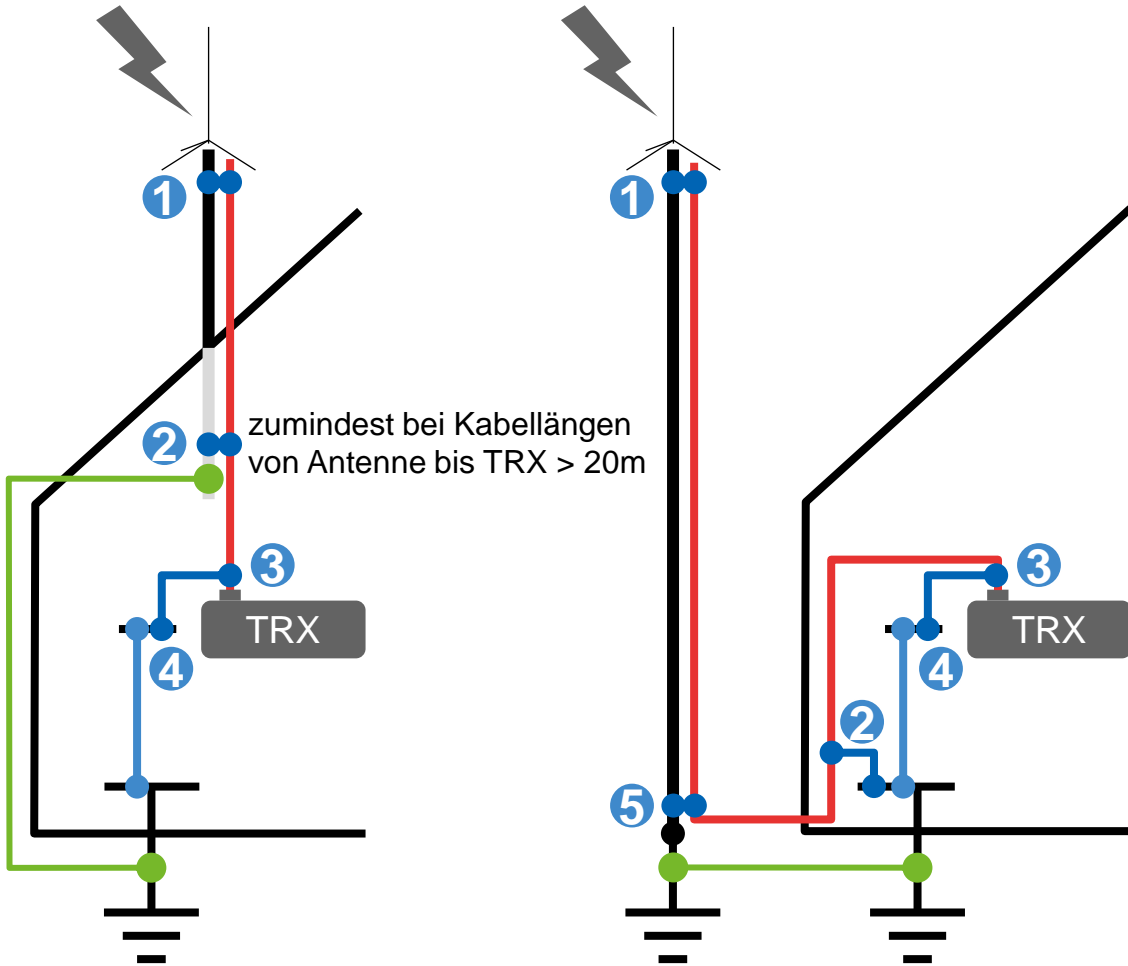
Berechnung Prof. Dr.-Ing. M. Rock / Technische Universität Ilmenau (1/2025): Mast $L_M = 5 \mu$ H (10 m), Tiefenerder $R_M = 11 \Omega$ (100 Ω m, 9 m), Koaxkabel 25 m $L_K = 20 \mu$ H, PA-Leiter 10 m $L_{PA} = 10 \mu$ H, Fundamenterder (100 Ω m, 10 m x 10 m x 0.5 m) $R_{FE} = 5.5 \Omega$, Erder Stromnetz $R_E = 2 \Omega$

Potentialausgleich ohne / mit Blitzströmen – Beispiel Gebäude mit Blitzschutzsystem



- ① Äußerer Blitzschutz mit Erdungsanlage z. B. Tiefenerder
- **Blitzschutz-Potentialausgleich =**
- ② Verbindung Äußerer Blitzschutz mit Haupterdungsschiene HES
- ③ Verbinden innerer Systeme mit HES z. B. metallene Heizungsrohre
- ④ Verbinden von eingeführten metallenen Rohren, Kabelschirmen mit ① oder HES; SPDs für aktive Leiter in Leitungen
- Fazit:
Es gibt Potentialausgleichsleitungen mit und ohne Blitzstrombeanspruchung.

Kurzer Rückblick: Potentialausgleich



- 1 Koaxbuchse mit Antennenhalterung + Mast verbinden
- 2 Ausleiten von Blitzströmen auf dem Koax-Kabel
- 3 Potentialausgleich im Shack
- 4 örtliche PAS mit HES verbinden
- 5 Ggf. bei Kabeln > 20m ①-②

Antennenerdung: Fragestellungen + Beispiele



- UKW- / KW-Rundstrahler
- UKW- / KW-Richtantenne
- Antennenrotor
- Drahtantennen
- Delta-Loop mit Koaxkabelspeisung
- Dipol ohne Mittelmast
- Dipol mit Balun + Mittelmast
- Hexbeam
- Erdung von endgespeisten Antennen
- Erdung von Antennen mit Zweidrahtleitung
- Parabolantennen
- Antennen unter Dach installiert
- Erdungsanlage
 - Tiefenerder
 - Fundamenterder
 - Verbindungsleiter zwischen Erdungsanlagen
- Erdung von Antennen / Potentialausgleich mit Koaxkabel
- Potentialausgleich allgemein
 - Potentialausgleich am Mastfuß
 - Potentialausgleich im Shack
- Überspannungsschutz

Antennen mit Metallrohren

UKW- / KW-Richtantenne • Antennenrotor



Bild: Merja Partanen, Mikkeli, Finland, CC0, via Wikimedia Commons

Typische Situation auf dem Antennenmast



Bild: DF4KJ

- Metallener Antennenmast
 - am Fußpunkt geerdet = Anschluss an Erdungsleiter, der mit HES verbunden ist
- von oben nach unten
 - UKW-Rundstrahler oder –Richtantenne
 - KW-Richtantenne
 - KW-Drahtantenne

Antennenerdung für UKW- / KW-Rundstrahler

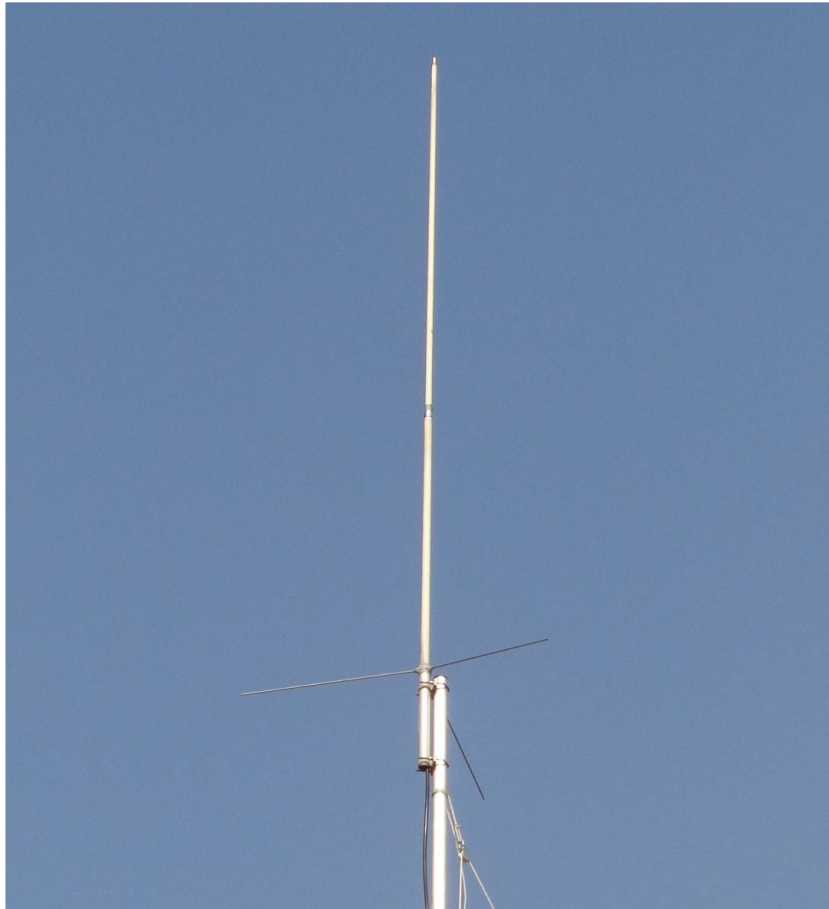


Bild: DF4KJ

1. Befestigung am geerdeten Antennenmast
 2. mit metallener Klemmvorrichtung
 - Metallrohr als Antennenfuß
 - U-Bügel zur Befestigung am Antennenmast
 3. Koax-Buchse mit Klemmvorrichtung elektrisch verbunden
 - = Potentialausgleich mit Koaxkabelschirm
- Bei Blitzeinschlag
 - üblicherweise in den Strahler = Zerstörung des Strahlers
 - Blitzstrom über Mast + teilweise Koaxkabel

Antennenerdung für UKW- / KW-Richtantenne



1. Befestigung am geerdeten Antennenmast
2. mit metallener Klemmvorrichtung
 - Metallrohr als Antennenfuß
 - U-Bügel zur Befestigung am Antennenmast
3. Koax-Buchse mit Klemmvorrichtung elektrisch verbunden
 - = Potentialausgleich mit Koaxkabelschirm
- Bei Blitzeinschlag
 - in Antenne oder Mast
 - Antenne: ggf. Herunterfallen eines Rohrteils
 - Blitzstrom über Mast + teilweise Koaxkabel

Bild: DO7TC / Denis Apel / stardado.de, CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons

Antennenerdung für Richtantennen: Antennenrotor

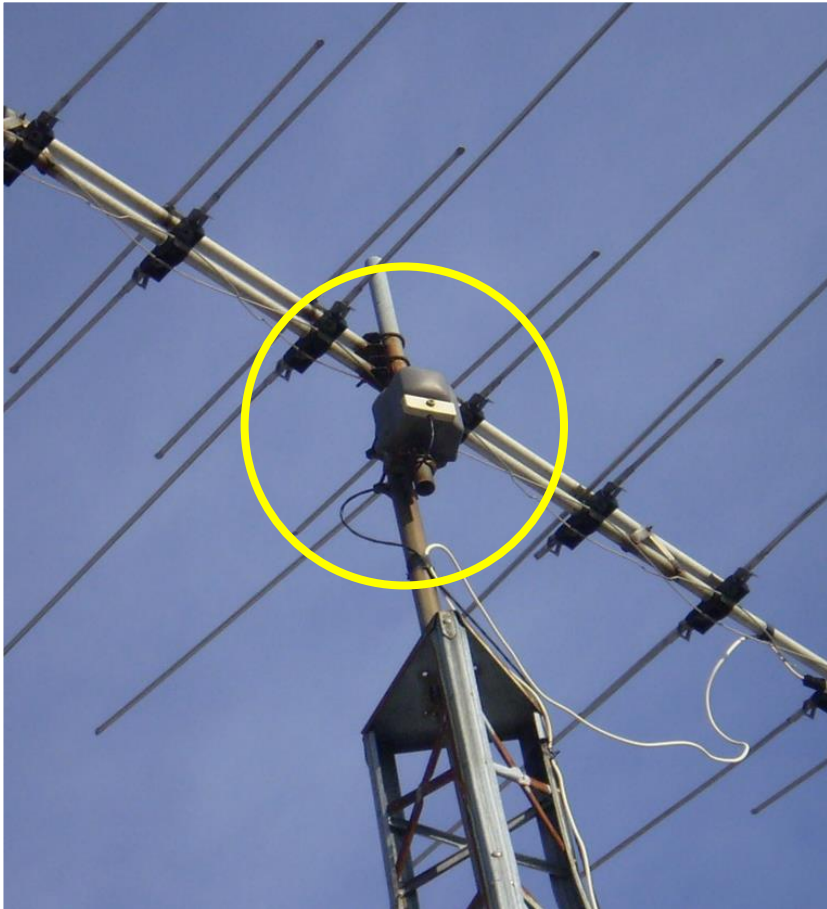


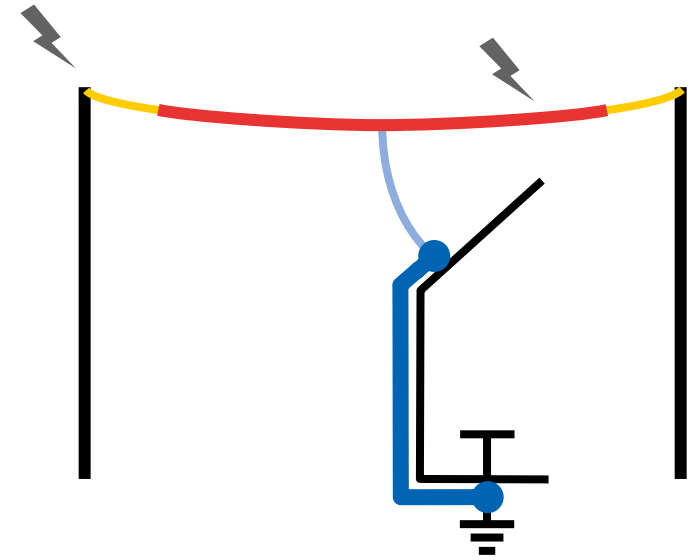
Bild: Charles Rondeau / PublicDomainPictures.net; DF4KJ

- i.d.R. keine blitzstromtragfähige Verbindung zwischen oberem und unterem Rohr vorhanden
- Blitzeinschlag → Überschläge + ggf. Lagerschäden
- Maßnahme: Antennenrotor (oberes Lager) mit flexiblem Erdungsleiter überbrücken



Drahtantennen

Delta-Loop • Dipol ohne Mittelmast • Dipol mit Balun + Mittelmast •
Hexbeam



Antennenerdung einer isoliert aufgehängten KW-Drahtantenne?

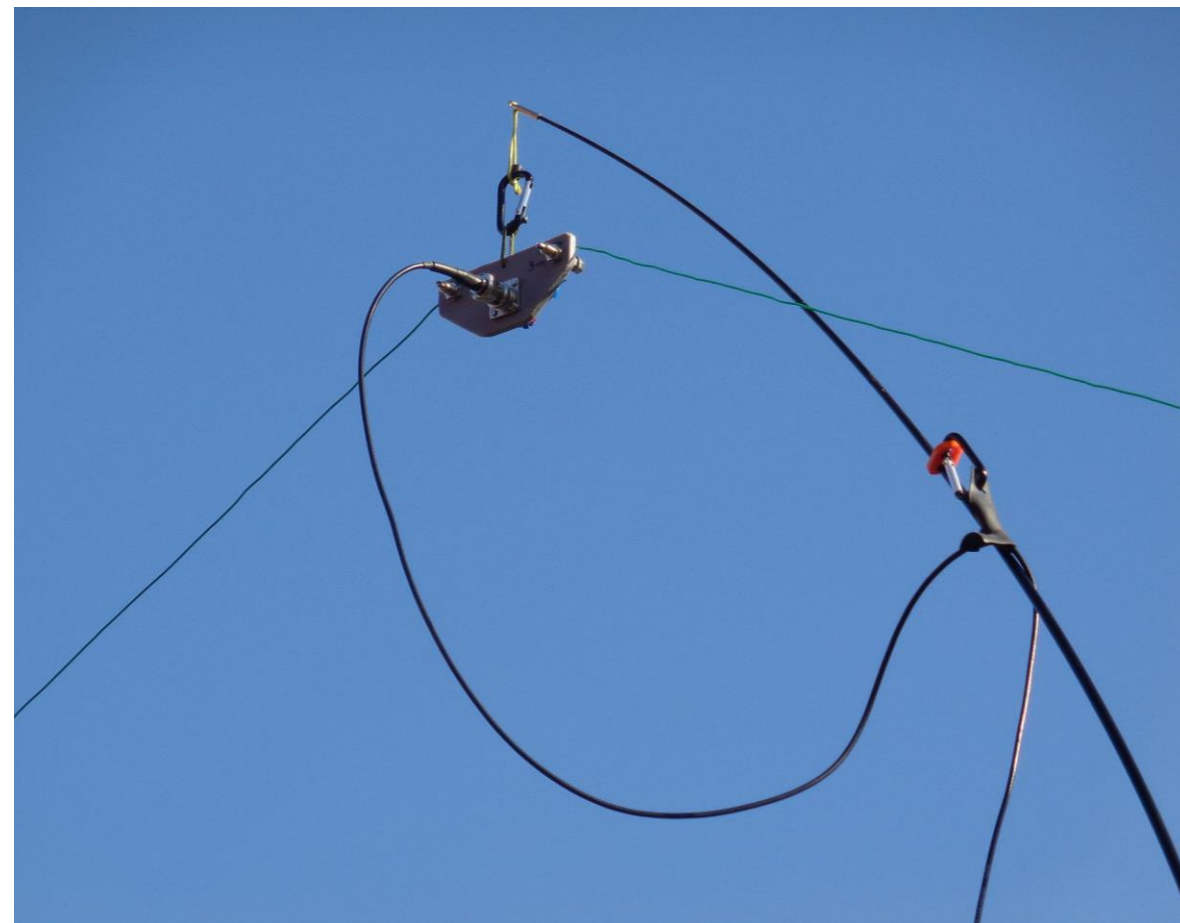


Bild: DF4KJ

Antennenerdung einer isoliert aufgehängten KW-Drahtantenne (Delta-Loop) mit Koaxkabelspeisung?



Bild: DC1SAF

- Delta-Loop für 20 m, abgespannt an Baum und GFK-Mast
- Koaxkabel geht direkt in Shack
- **Wie Antennenerdung realisieren?**
- Antennenfunktion nicht beeinträchtigen
→ kein Erdpotential an Antenne heranzuführen!
 - ~~Metall-~~ statt GFK-Mast oder
 - Erdungsleiter
- Blitzstrom auf Koaxkabel zur Erde führen = mit Erdungsanlage/Haupterdungsschiene verbinden
 - Schirmanschluss möglichst am Gebäudeeintritt z. B. am ① Vordach → Erdungsleiter
→ HES / Erdungsanlage

Antennenerdung einer isoliert aufgehängten KW-Drahtantenne (Dipol ohne Mittelmast)?



Bild: DF4KJ

Antennenerdung einer isoliert aufgehängten KW-Drahtantenne (Dipol ohne Mittelmast)? – Lösung



Bild: DF4KJ

Wenn Blitzeinschlag möglich in ...

1. Drahtantenne
 - Speiseleitung am Gebäudeeintritt oder spätestens im Shack erden
2. linken Abspannmast / Zerstörung akzeptiert:
 - (keine Maßnahme)
3. li. Abspannmast / Zerstörung nicht akzeptiert:
 1. Erdungsleiter an GFK-Mast bis zur Spitze verlegen (oder Ersatz GFK- → Metallmast)
 2. Erdungsleiter auf kürzestem Weg mit HES / Gebäudeerdungsanlage verbinden
 3. optional: Einschlagender am Abspannmast, verbinden mit Erdungsleiter

Antennenerdung einer isoliert aufgehängten KW-Drahtantenne (Dipol mit Balun + Mittelmast)? – Lösungen

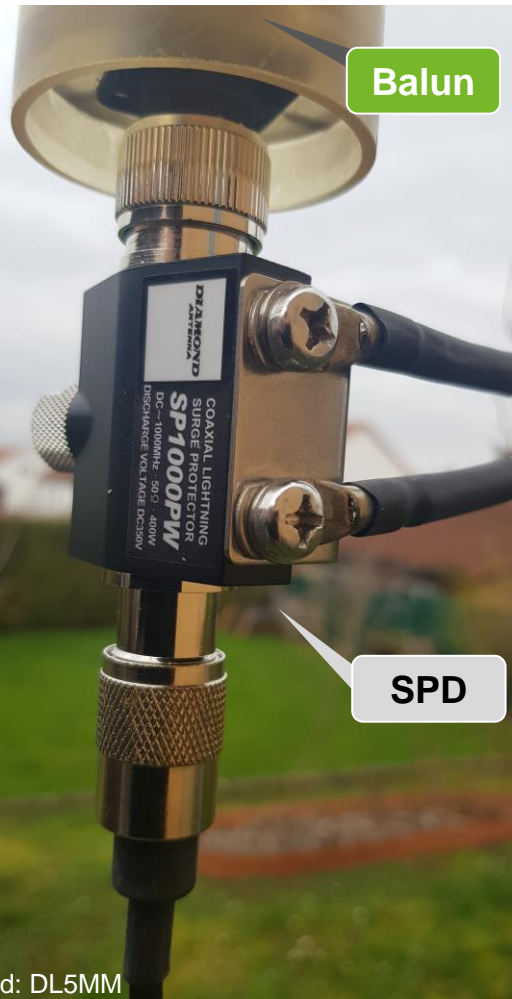
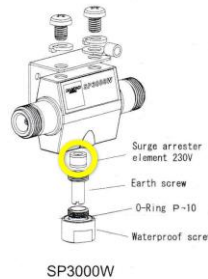
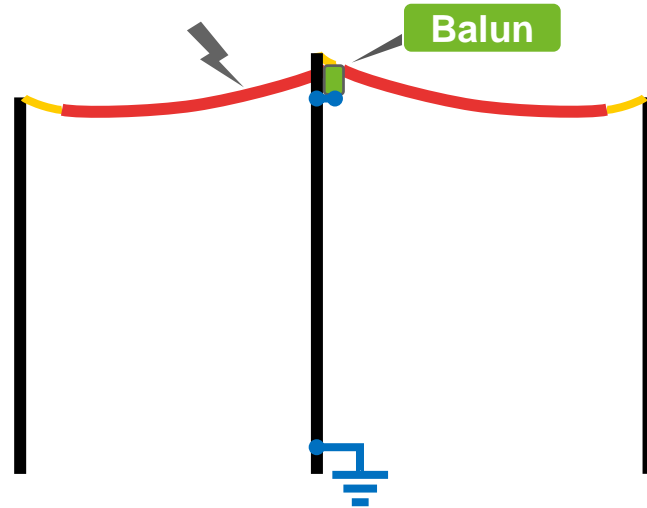


Bild: DL5MM



SP3000W

Model NO.	SP1000PW	SP3000W
Frequency range	DC~1000MHz	DC~3000MHz
Impedance	50 Ω	
VSWR	Less than 1.2	
Insertion loss	Less than 0.3dB	
Max.power rating	400WPEP	200WPEP
DC breakdown voltage (100V/S)	350V ±20%	230V ±20%
Max impulse breakdown voltage(1000/ μ S)	800V	650V
Nominal impulse discharge current(8/20 μ S 10 times)	10kA	
Impulse life (10/1000 μ S) 100A(times)	300	
DC holdover voltage	150V	
Insulation resistance	Over 10,000M Ω	
Connector	M-J/M-P	N-J/N-J
Outer dimensions (Max.value incl.connector)	78WX55HX26D(mm)	
Weight	Approx.130g	Approx.150g

- Dipol mit Balun: direktes Erden am Mast möglich
- Lösung 1a: SPD
Am Balun ein Überspannungsschutzgerät (SPD) montieren und dessen Erdungsanschluss mit dem geerdeten Antennenmast verbinden
- Lösung 1b: Schirm am Balun kontaktieren
Wie Lösung 1, nur Selbstbau / ohne industrielles Bauteil
- Lösung 2: Koax-Durchgangsbuchse
Koaxkabel unterbrechen, siehe Abschn. Potentialausgleich mit Koaxkabel

Datenblatt: Diamond

Antennenerdung einer KW-Drahtantenne (Hexbeam)? – Lösung



1. Befestigung am geerdeten Antennenmast
2. mit metallener Klemmvorrichtung
 - Metallrohr als Antennenfuß
 - U-Bügel zur Befestigung am Antennenmast
3. Koax-Buchse mit Klemmvorrichtung elektrisch verbunden
 - = Potentialausgleich mit Koaxkabelschirm
- Bei Blitzeinschlag
 - in Antenne oder Mast
 - Antenne: ggf. Herunterfallen eines Drahtes oder GFK-Teils
 - Blitzstrom über Mast + teilweise Koaxkabel

Bild: Greg Goebel, CC BY-SA 2.0, via Wikimedia Commons

Umfrage unter den Teilnehmenden



Bild: lassedesignen - Bildlia.com

- Wer besitzt eine Funkanlage mit Drahtantenne und hat diese geerdet?
- Wer besitzt eine Funkanlage mit Drahtantenne und hat diese nicht geerdet?

Erdung von endgespeisten Antennen



Bild: Adamantios, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons

Erdung von endgespeisten Antennen: mit SPD



linkes SPD eingefügt in Antennenleiter einer Inverted V

(rechtes SPD im Koaxkabel eines UKW-Rundstrahlers)

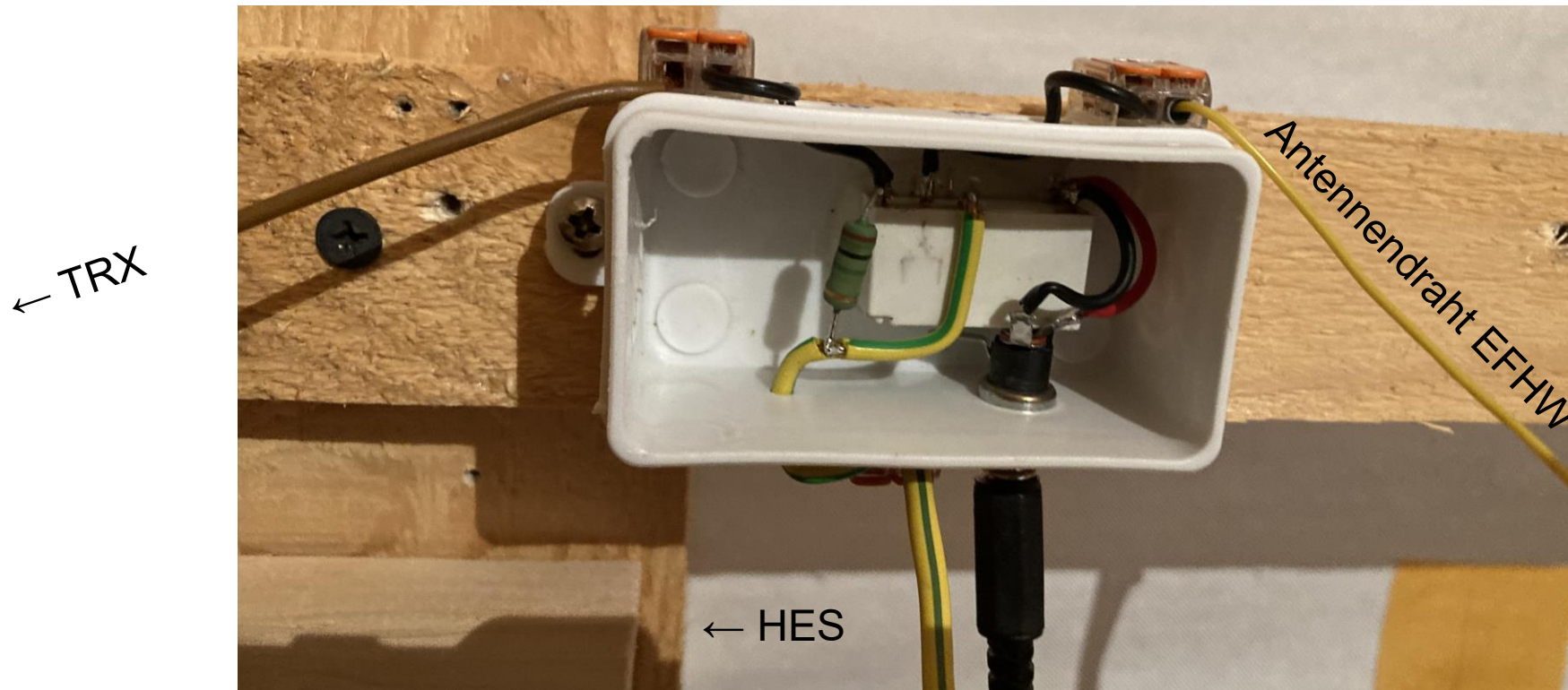
Mit gemeinsamen Erdungsanschluss ...

oder richtig:

(li.) Erdungsanschluss (Antennenerdung)

(re.) Herstellen des Potentialausgleichs mit Koaxkabel
(wenn Antennenmast zur Antennenerdung geerdet ist)

Erdung von endgespeisten Antennen: über Relais



- **EIN** Antennendraht direkt mit TRX + hochohmig über Ableitwiderstand mit Erdungsleiter verbunden
- **AUS** Antennendraht direkt mit Erdungsleiter verbunden (+ hochohmig mit TRX)

Bild: (DF4KJ)

Erdung von endgespeisten Antennen: Zündkerzen-Funkenstrecke



Bild: DF7RG Funktechnik Kieswimmer

- Die abgebildete Funkenstrecke kann auch für 1 Leiter aufgebaut werden (2. Zündkerze entfällt).
- Mehr Informationen siehe Abschnitt „Erdung von Antennen mit Zweidrahtleitung“

Erdung von Antennen mit Zweidrahtleitung

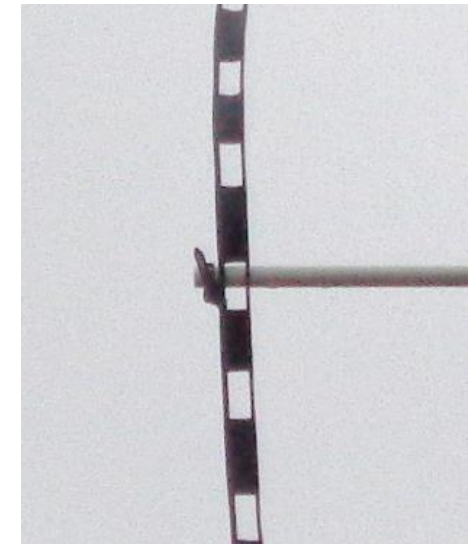


Bild: DF4KJ

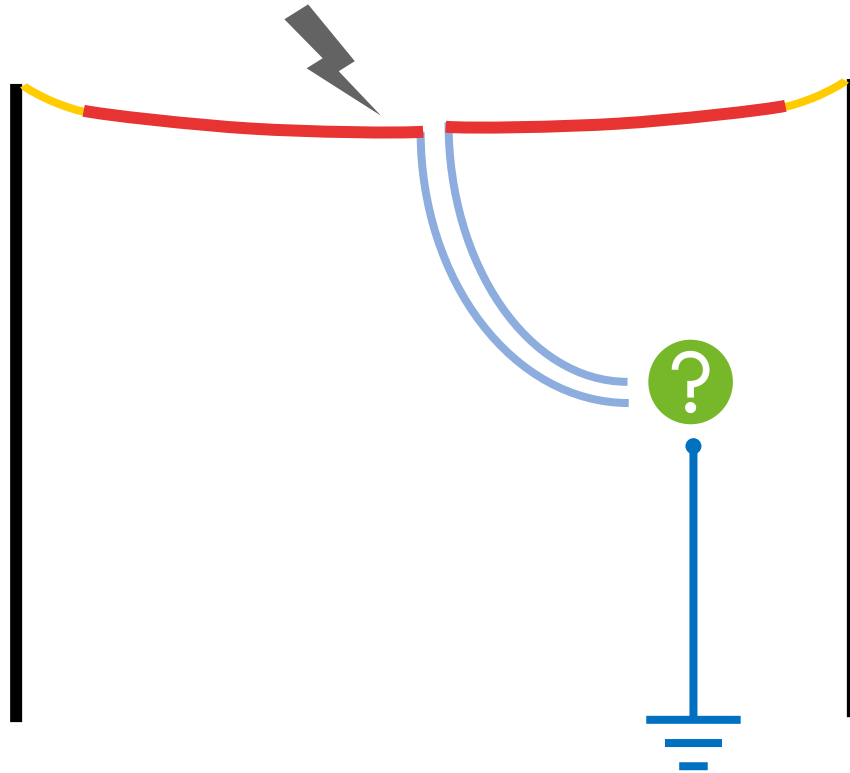
Umfrage unter den Teilnehmenden



Bild: lassedesignen - Bildlia.com

- Wer besitzt eine Antenne mit Zweidrahtleitung und hat sich schon mal über deren Erdung Gedanken gemacht?

Antennenerdung von Drahtantennen mit Speisung über Zweidrahtleitung?



- Antennendraht und Speiseleitung sind ein HF-technisches System
 - isoliert aufgehängt
- **Wie kann Blitzstrom gegen Erde abgeleitet werden?**

Bild: DARC AK Antennenerdung

Antennenerdung von Drahtantennen mit Speisung über Zweidrahtleitung: Erdpotential heranzuführen



Bild: DF4KJ

- Abstand ca. 1 cm
- hier: Leitung an isolierendem Abstandhalter, verbunden mit geerdetem Mast
- bei starrer Befestigung der Zweidrahtleitung: flexible Leitung durch Metallrohr ersetzen

Erdung von Antennen mit Zweidrahtleitung: mit Kfz-Zündkerzen-Funkenstrecke

- kommerziell erhältlich:
Überspannungsschutz für Zweidrahtleitung
- Für Antennenerdung (= Blitzströme) geeignet?
- Test im Blitzstromlabor
- Ergebnis
 - Erdungsfunktion ist gegeben
 - Kfz-Zündkerzen werden stark beschädigt, d. h. Änderung des Elektrodenabstands bereits bei geringen Blitzströmen
 - je nach Material ist Draht von Antenne oder Zweidrahtleitung „schwächstes Glied“ im Erdungspfad

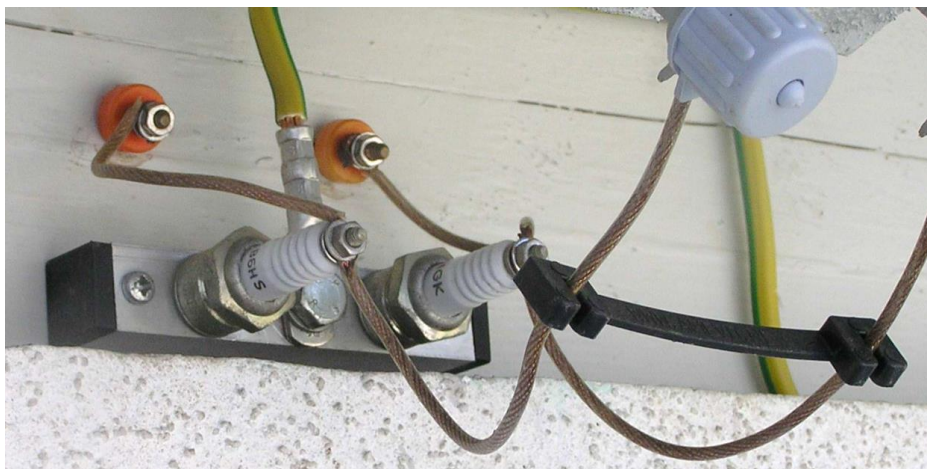
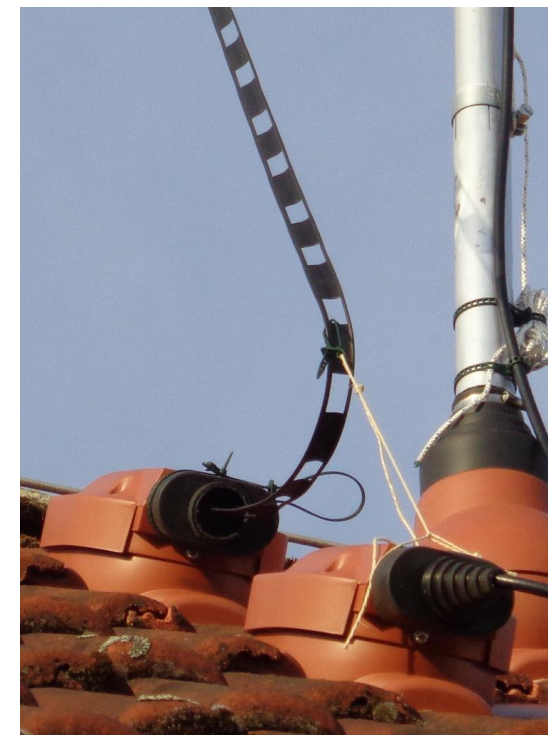
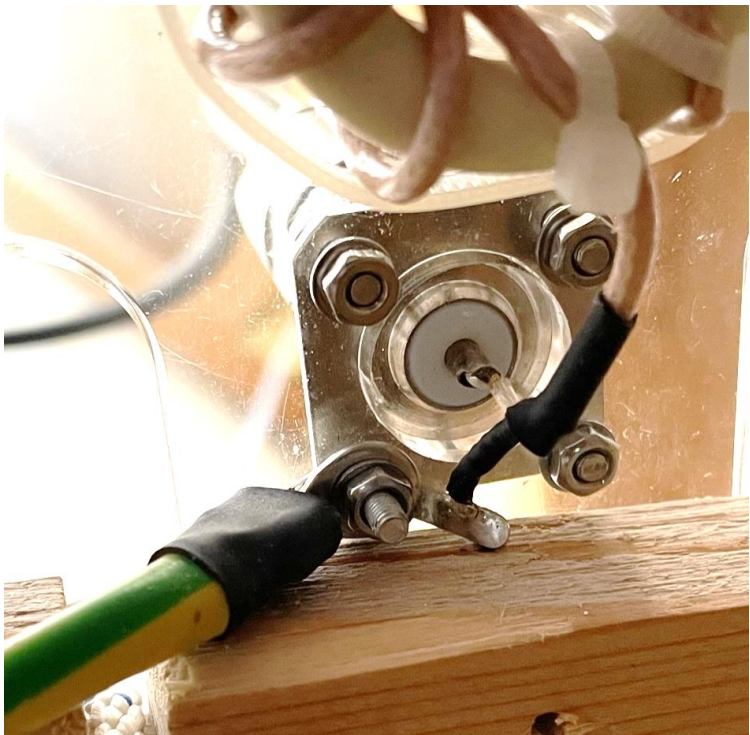


Bild: (oben) DF7RG Funktechnik Kieswimmer (unten) DEHN SE

Erdung von Antennen mit Zweidrahtleitung: am Leitungsende



Zweidrahtleitung isoliert unter Dach eingeführt – Erdung am Balun

Bilder: DF4KJ

Parabolantennen

Blitzeinschlag geschützte Bereiche • Fangstange •
Antenneninstallation unter Dach



Bild: DF4KJ

Antennenerdung für Parabolantennen? - Mit wenig Aufwand Blitz von der Antenne fernhalten



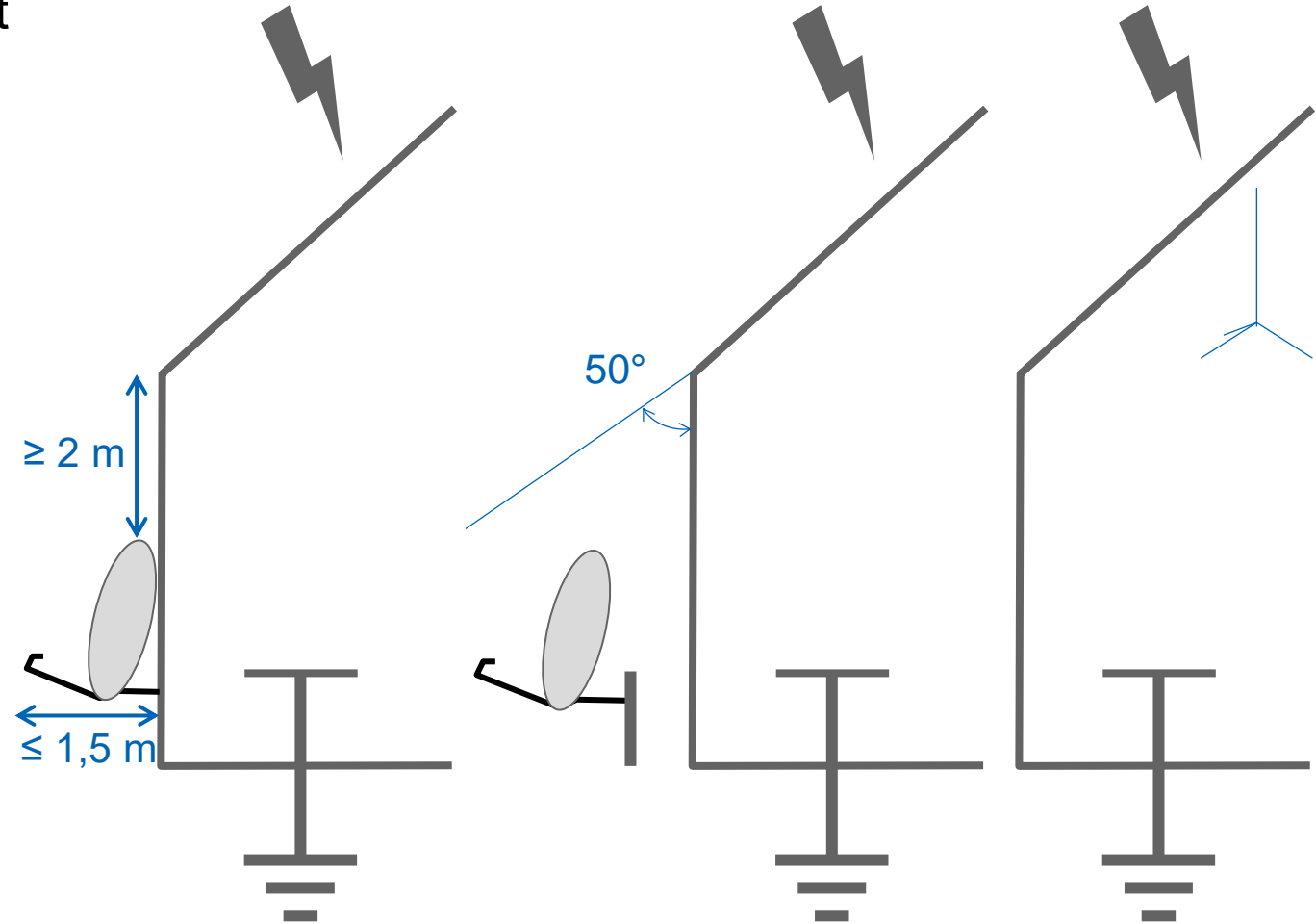
Bild: Wettingfeld

- Typische Anwendungen:
 - SAT- / Richtantennen für QO-100
 - UKW-Antenne für Funken über Repeater
- Blitzschutz häufig leicht möglich
 - wegen Richtwirkung und
 - i.d.R. geringen Abmaßen
- durch Installation im Blitzeinschlag geschützten Bereich
 - auf Dach: Schutz durch isoliert angebrachte „Fangstange“ → Erdungsleiter notwendig
 - am Gebäude / neben Gebäude

Antennen im Blitzeinschlag geschützten Bereich: Potentialausgleich für Antenne gefordert

„geschützt“: Blitz schlägt in Gebäude ein und nicht in Antenne

1. an Gebäuden
≥ 2 m Abstand* zum Dach, Antenne ≤ 1,5 m abstehend
 2. außerhalb von Gebäuden
in der Nähe eines Gebäudes / Metallmast: 50° Winkel*
 3. in Gebäuden
- dann nur Potentialausgleich nötig
 - keine Antennenerdung mit Erdungsleiter



* Detaillierte Berechnung nach Blitzschutz-Norm VDE 0185-305-3 möglich

Quelle: E DIN VDE 0855-300:2023-xx

Bild: DARC AK Antennenerdung

Antennen unter Dach: Potentialausgleich gefordert, Antennenerdung nicht gefordert



Bild: DF4KJ

Erdung von Antennen / Potentialausgleich mit Koaxkabel



Bild: www.pmr-funkgeraete.de

Antennenerdung für Antennen mit Koaxkabel / Potentialausgleich zw. Metallmast + Koaxkabel: Buchse



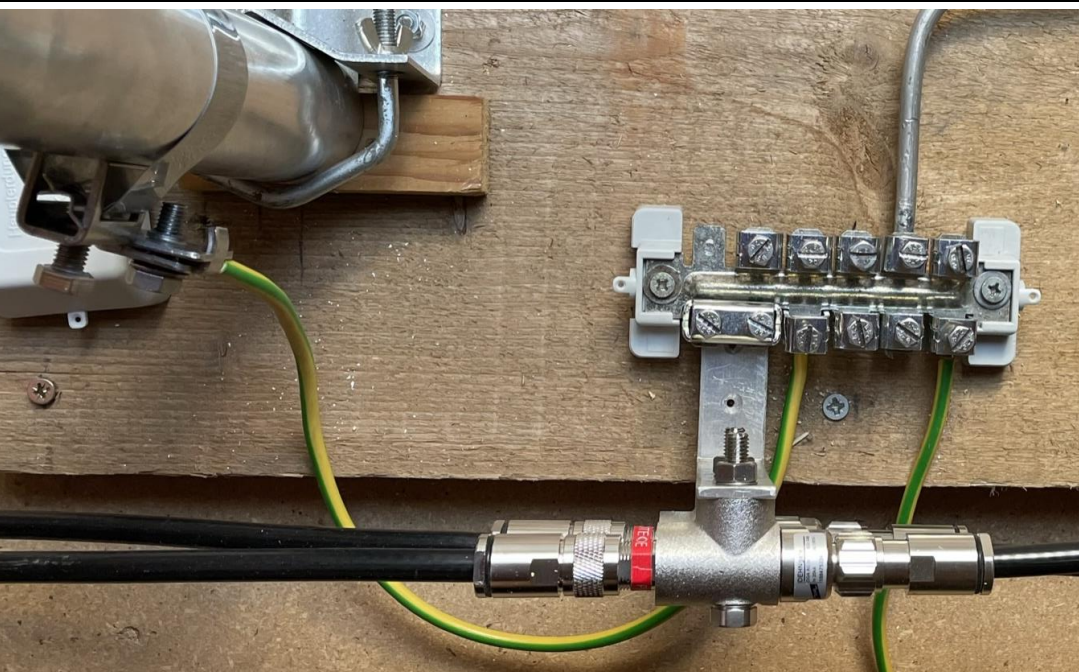
Bild: WIMO

- Schirm am geerdeten Mast mit Durchgangsbuchse und Erdungswinkel kontaktieren

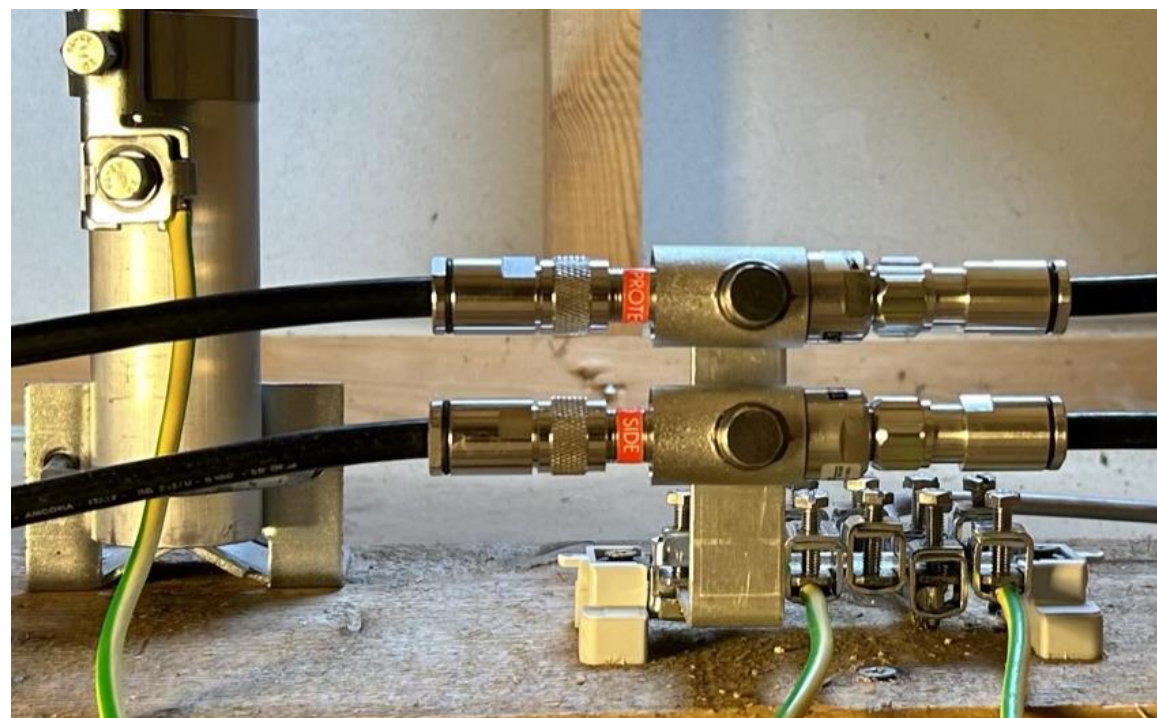


Bild: DI1MKW

Antennenerdung für Antennen mit Koaxkabel / Potentialausgleich zw. Metallmast + Koaxkabel: SPD



- Schirm am geerdeten Mast mit Überspannungsschutzgeräten (SPDs) kontaktieren



Bilder: DF4KJ

Potentialausgleich mit Koaxkabeln

- Schirme

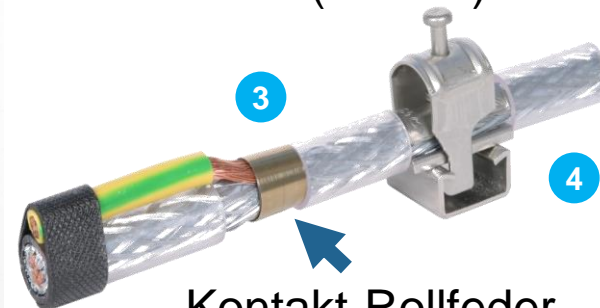
1. Koax-Durchführungen
2. Erdungsmuffen
3. Kontakt-Rollfeder
4. Schirmanschlussklemmen
5. Schirmklammer

- Schirme + Innenleiter

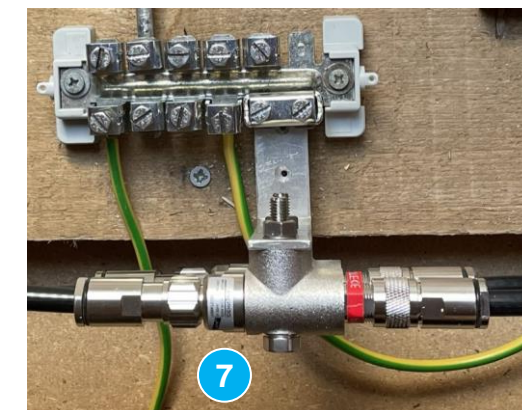
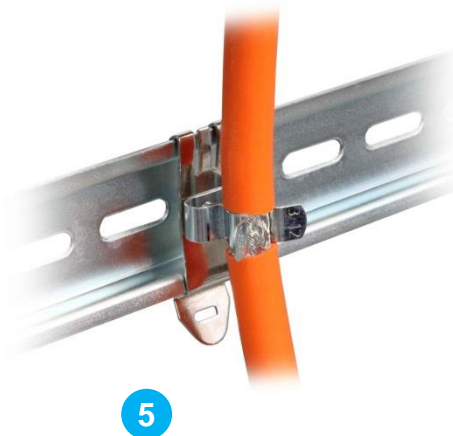
6. Kurzschluss-Stecker Eigenbau
7. Überspannungsschutzgeräte



Schirmanschlussklemme bis 10 kA (10/350)



Kontakt-Rollfeder bis 10 kA (10/350)



Bilder: (1) www.pmr-funkgeraete.de (2) Quesy.com (3)(4) DEHN SE (5) icotek (6)(7) DF4KJ

Erdungsanlage

Haupterdungsschiene HES • Tiefenerder • Fundamenterder • Verbindungsleiter



Bild: cheerfulmonk / flickr.com - CC BY-NC-SA 2.0 DEED

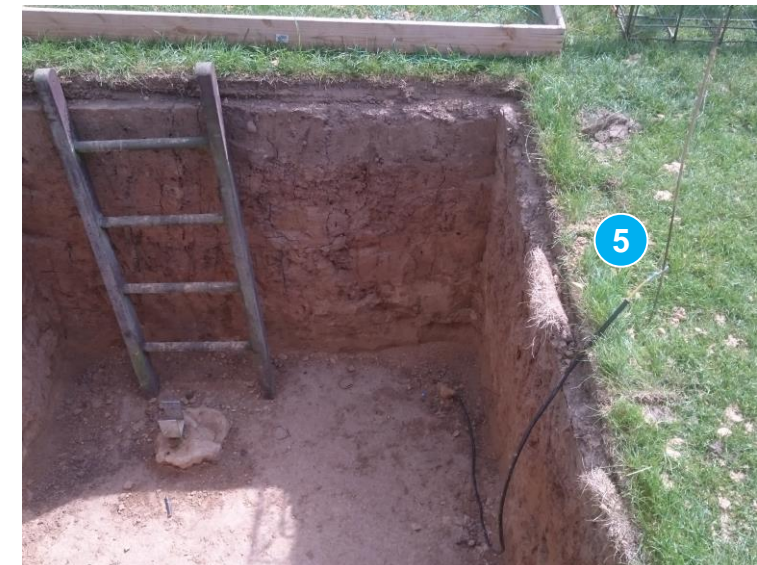
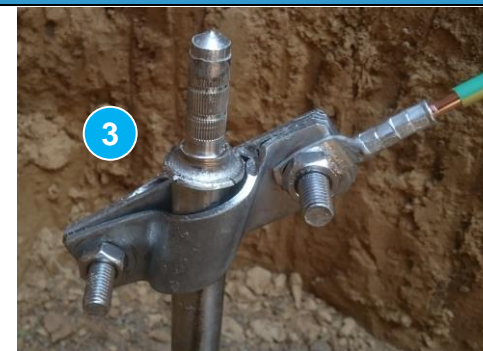
Die „Erde“ kontaktieren – Haupterdungsschiene HES



Bild: DK2WF

- Bandstahl = Anschlussfahne des Fundamenterders
- diverse Potentialausgleichsleitungen
 - (rotes + grünes Rohr: Glasfaseranschluss)
- unten Antennenkabel vom freistehenden Antennenmast
 - nicht mit HES verbunden?
 - Ja, weil Shack direkt im Nachbarraum, dort
 - örtliche Pot-Schiene
 - Koaxkabelschirme mit Pot-Schiene verbunden
 - Pot-Schiene mit HES verbunden
 - Bei größerer Entfernung: Schirmkontakt empfohlen

Tiefenerder für die Antennenerdung eines freistehenden Antennenmastes



Fundamente für die Antennenerdung eines freistehenden Antennenmastes

(Prinzipdarstellung) Fundamente = Flacheisen, mit Armierungskorb verbunden, mit Anschlussfahne



Weitere mögliche Ausführungen von Erdungsanlagen siehe DIN 18014

Armierungseisen leider OHNE Fundamente (Flachband Stahl verzinkt oder rostfreier Stahl)

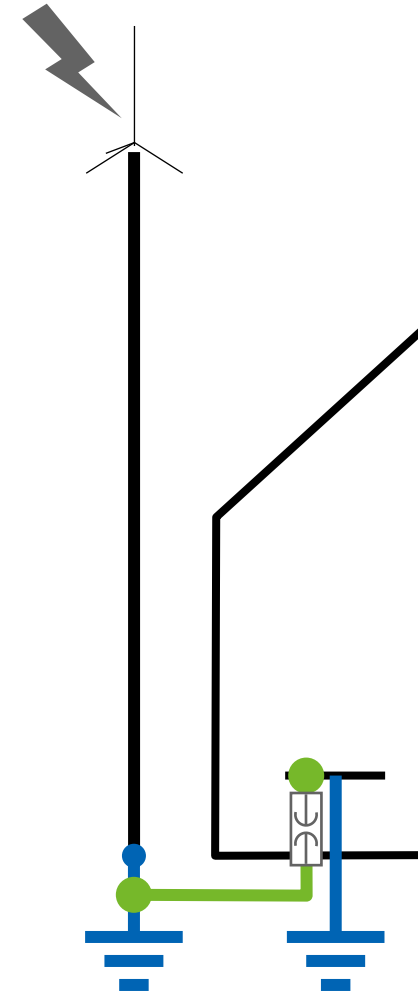
- aber: Tiefenerder vorhanden!




Bilder: (li) R. Schüngel (re) DL1MKW

Verbindungsleiter zwischen Erdungsanlagen

- Werkstoffe + Maße wie
 - Erdleiter oder
 - Erdungsleiter
 - 16 mm² Kupfer
 - 25 mm² Aluminium
 - 50 mm² Stahl
- Antennenerder ist Metall direkt in Erde*?
 - wenn Material nicht Edelstahl → u. U. **Korrosionsgefahr**
 - dann Trennfunkerstrecke an HES einfügen



 Korrosionsgefahr?
Trennfunkerstrecke
an HES verwenden

*Bei Fundamenterder i. d. R. keine Korrosionsgefahr.

Hinweis: Gemäß DIN VDE 0100-540:2012 Anhang NA wird dieser Leiter Parallelerdungsleiter, Parallel-Potentialausgleichsleiter, paralleler Erdungsleiter oder zusätzlicher Potentialausgleichsleiter genannt.

Bild: DARC AK Antennenerdung

Korrosionsgefahr bei Gebäude- und Antennen-Erdungsanlagen mit unterschiedlichen Werkstoffen

Tabelle gültig für Erderflächen A_1 (Gebäude) $> 100 \cdot A_2$ (Antenne)

Große Fläche A_1	Kleine Fläche A_2					
	1 Stahl verzinkt	2 Stahl	3 Stahl in Beton*	4 Kupfer	5 Nichtrostender Stahl	6 Stahl mit Cu-Mantel
1 Stahl verzinkt	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2 Stahl	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green
3 Stahl im Beton*	Red	Red	Green	Green	Green	Green
3a Stahl verzinkt in Beton*	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green
4 Kupfer	Red	Red	Green	Green	Green	Green
5 Nichtrostender Stahl	Red	Red	Green	Green	Green	Green

Farben : Korrosionsgefahr = gering mittel (Zinkabtrag) hoch

* $A_{1/2}$ = Betonoberfläche in Kontakt mit Erdreich

Literatur: VDE Information Erdungsanlagen in Blitzschutzsystemen www.vde.com/erdungsanlagen

Quelle: DIN VDE 0151:1986 Tabelle 3

Umfrage unter den Teilnehmenden



Bild: lassedesignen - Bildlia.com

- Wer hat eine Antennenanlage mit einen eigenen Erder, der nicht mit der Erdungsanlage des Gebäudes direkt verbunden ist?
- Wer hat diese Verbindung realisiert?
- Und dabei an die Korrosionsgefahr gedacht?

Potentialausgleich – Personen- / Sachschutz + Blitzströme „verdünnen“

am Mastfuß • im Shack • Verbindungsleiter zur HES

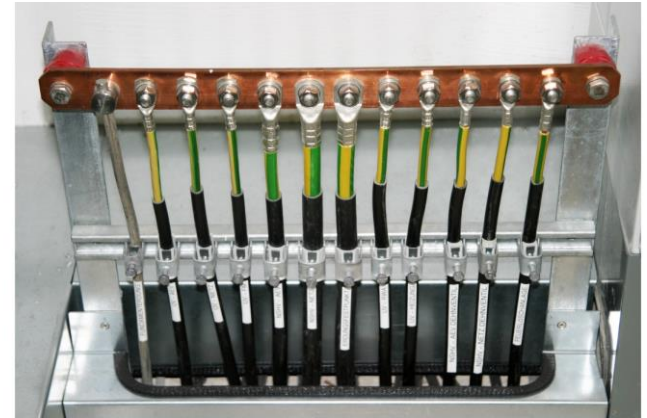


Bild: DEHN SE

Potentialausgleich am Mastfuß: örtliche Potentialausgleichschiene / mit SAT-Koaxkabeln

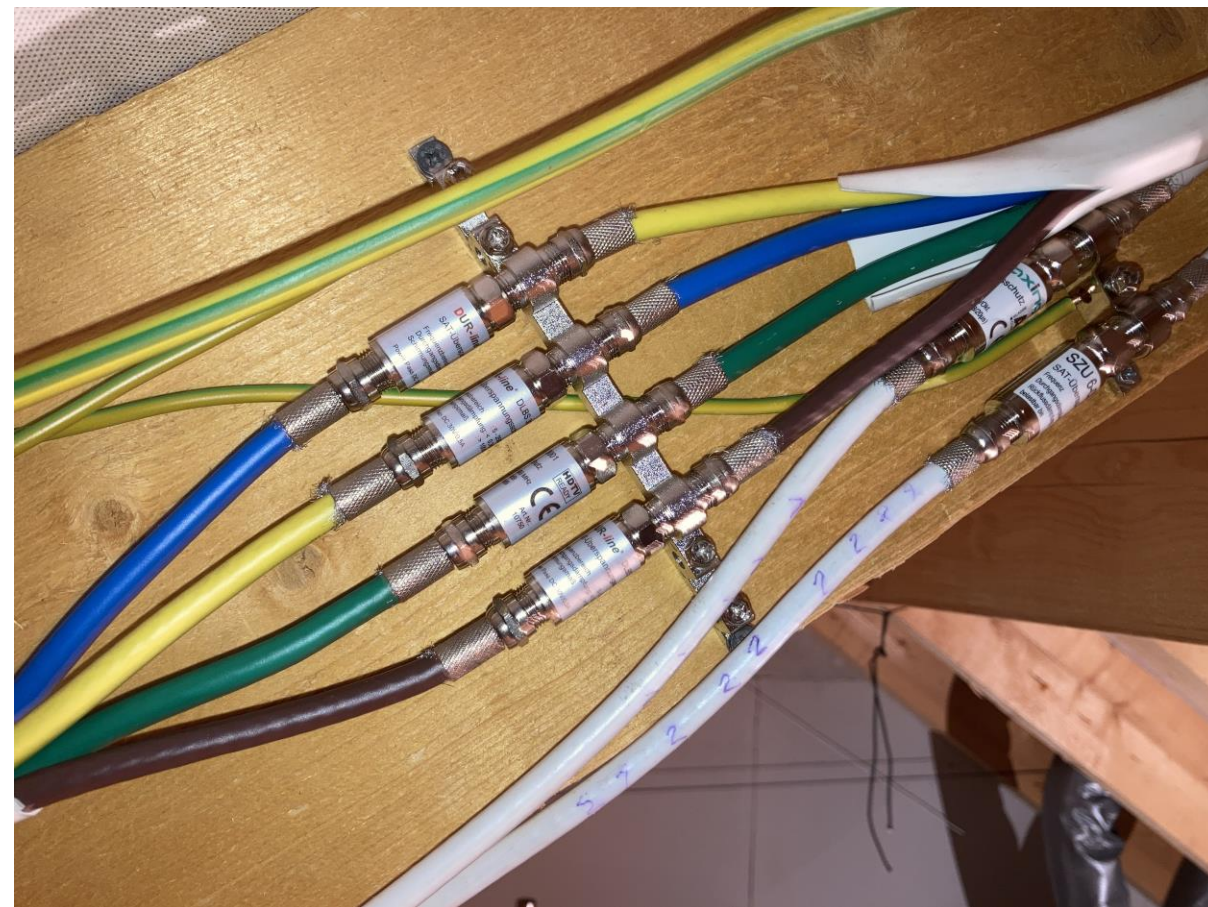
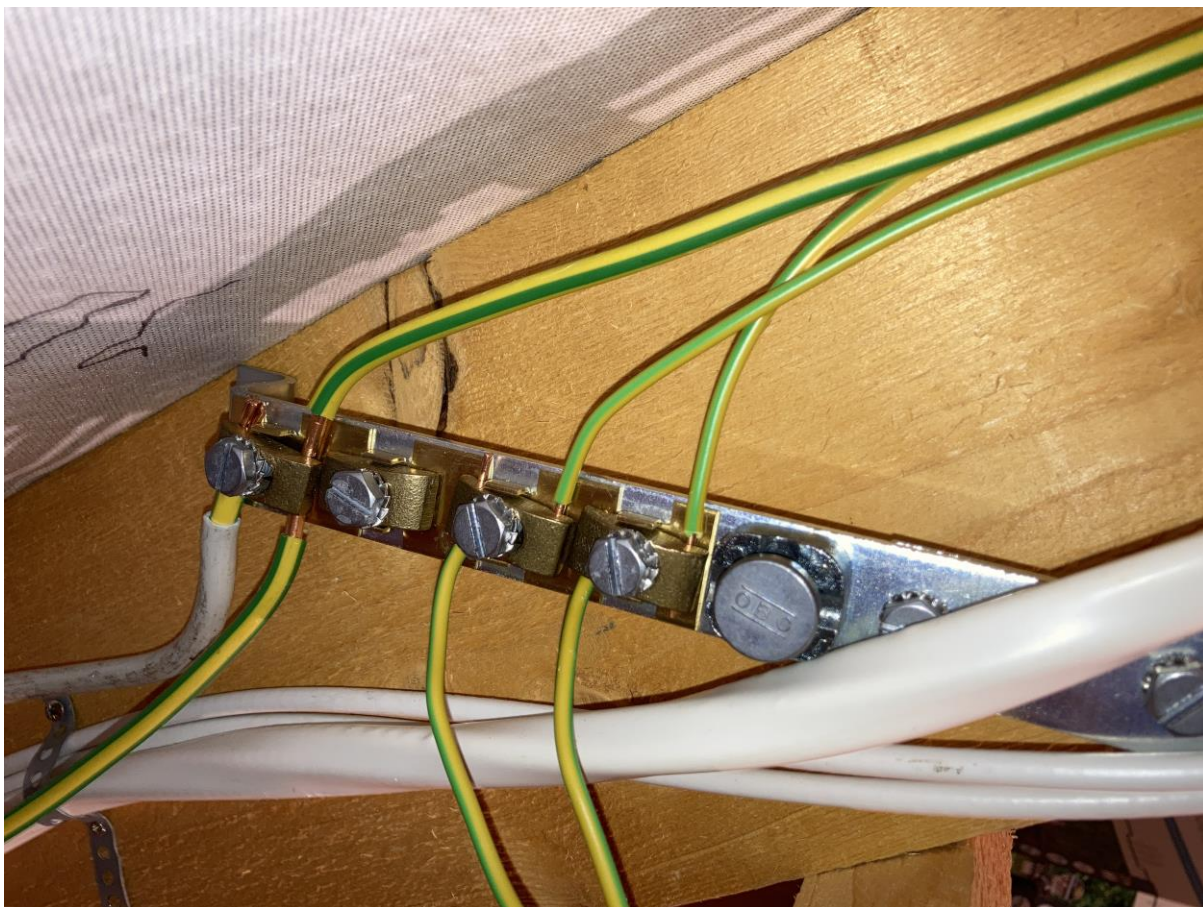
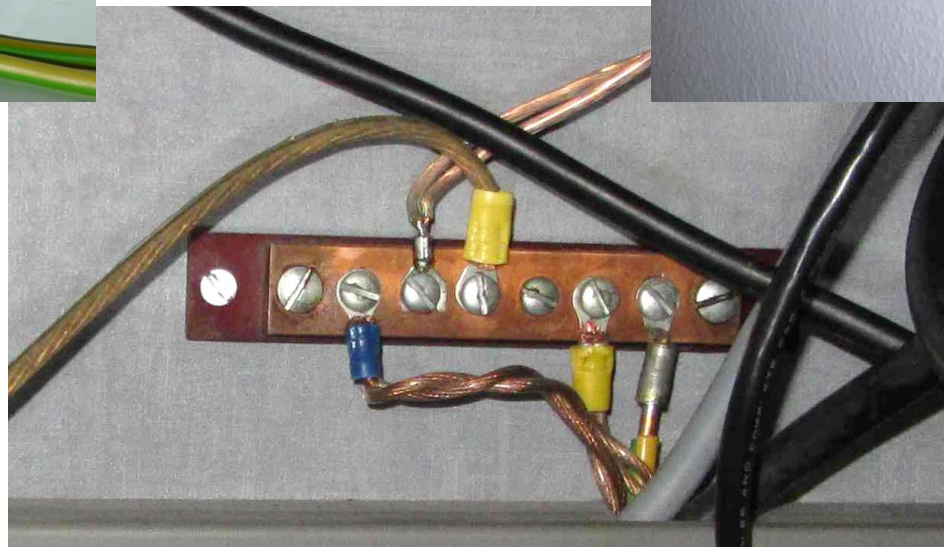
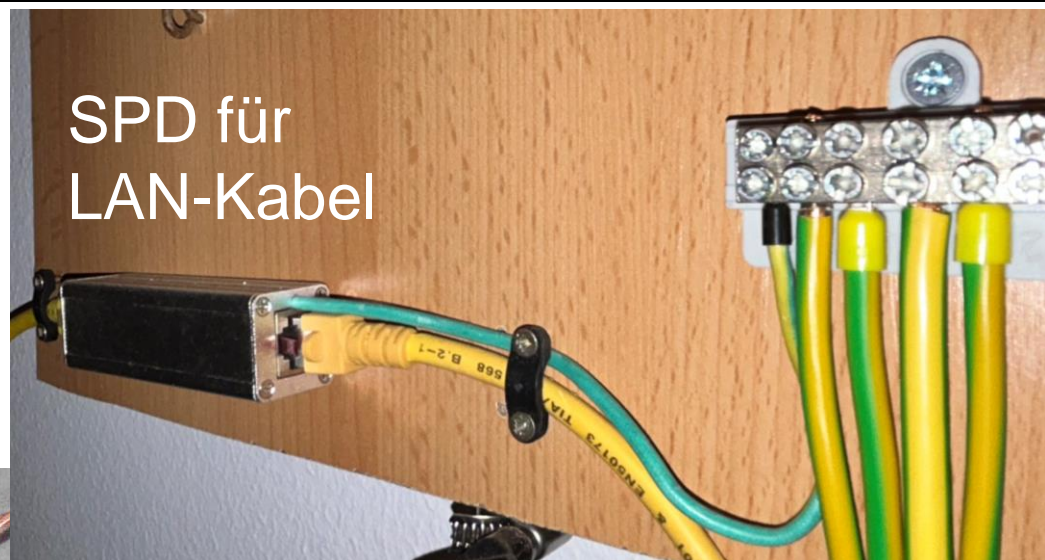


Bild: (DF4KJ)

Potentialausgleich im Shack: örtliche Potentialausgleichsschiene PAS



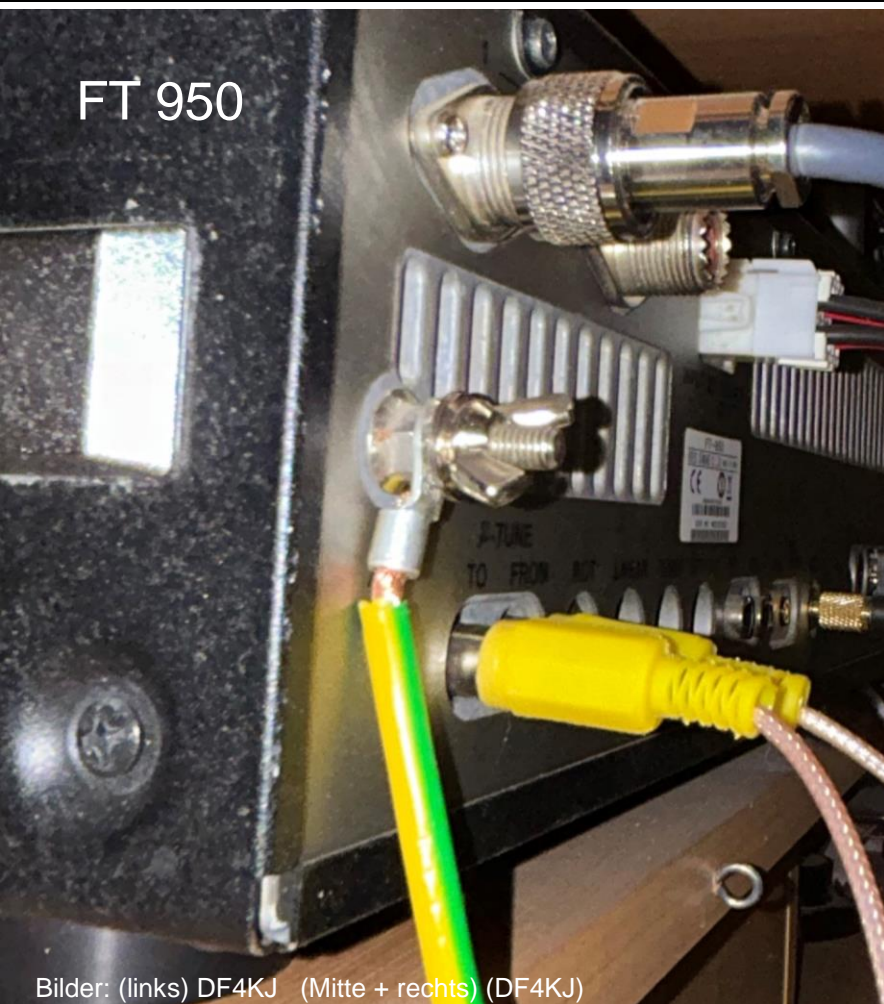
Bilder: (links) (DF4KJ) (Mitte) DK2WF (rechts) DF4KJ

Potentialausgleich im Shack: Verbinden der Koaxkabelschirme über Antennenumschalter



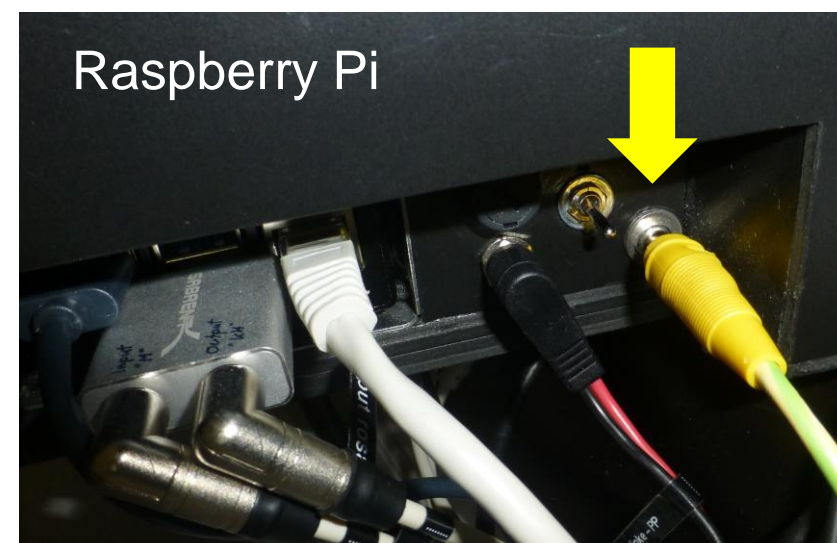
Bild: DL5MM + DF9BA

Potentialausgleichsschiene im Shack: Verbinden von Funkgeräten + Zubehör



Funkgeräte für nichtstationärem Einsatz

Raspberry Pi für Loggen + FT8



Bilder: (links) DF4KJ (Mitte + rechts) (DF4KJ)

Potentialausgleich im Shack: Verbinden des Schutzleiters der Stromversorgung / 12-V-Minuspol



Bilder: (linksoben) (DF4KJ) (Rest) DF4KJ

Stromleitung im Shack: Überspannungsschutz = Blitzstrom auf alle Leiter verteilen



Bild: DF4KJ

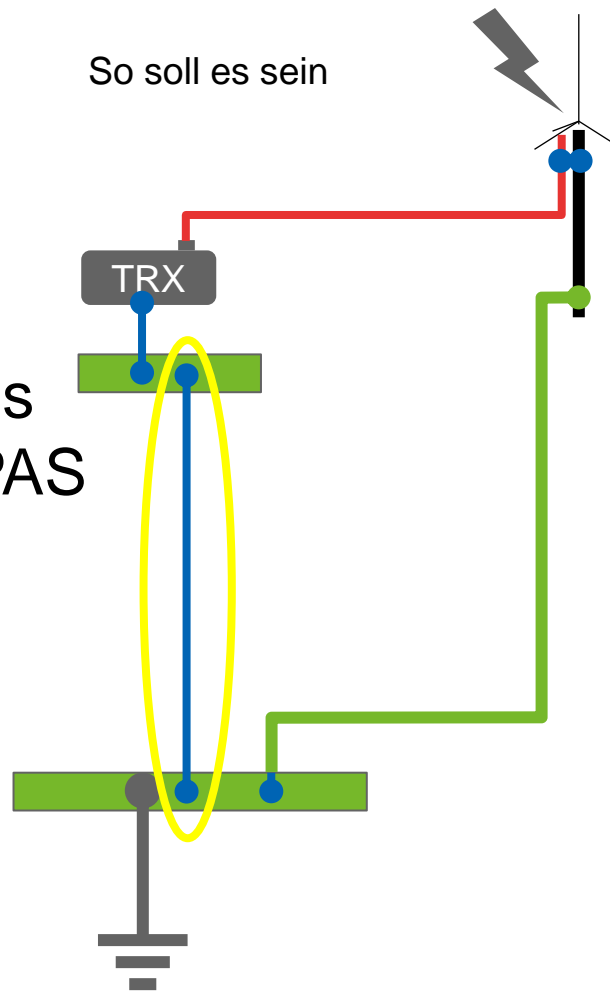
- Aktive Leiter der 230-V-Stromversorgung in den Potentialausgleich einbeziehen
- hier: SPD Typ 3
 - Nicht geeignet für (große) Blitzströme
 - Trotzdem: „einmal wird’s funktionieren“
- Ziele
 - Überspannungsschutz
 - Aufteilen des Blitzstroms vom PE-Leiter auf L- und N-Leiter

Potentialausgleich im Shack: Verbindungsleiter zur HES

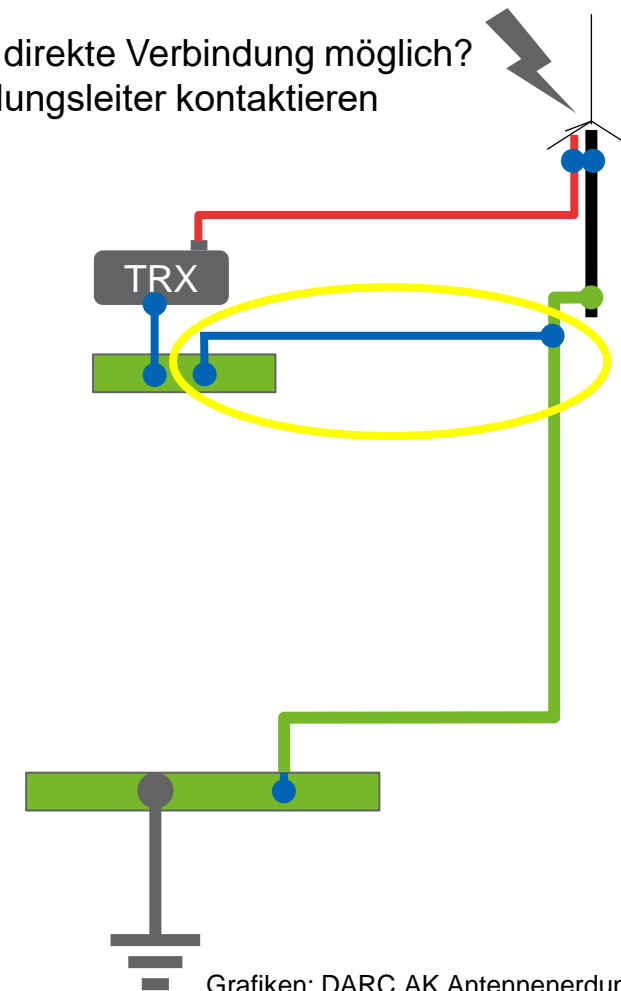


Bild: DF4KJ

Shack im Dachgeschoss mit örtlicher PAS



Keine direkte Verbindung möglich?
→ Erdungsleiter kontaktieren



Grafiken: DARC AK Antennenerdung

Überspannungsschutz: Funktechnik schützen



Auswahlkriterien für SPD • Überspannungsschutz für LAN-Kabel •
Wie gefährdet sind Funkgeräte?

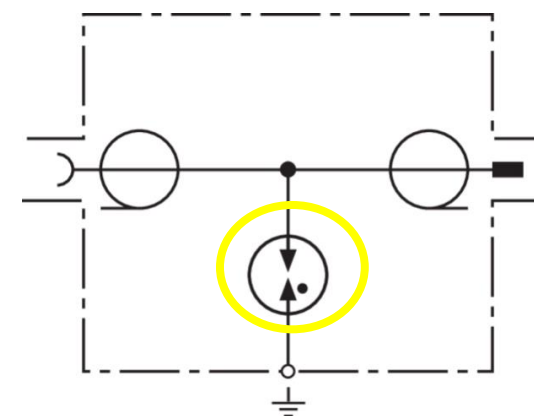
Bild: Diamond

Auswahlkriterien für SPD

1. Treten direkte oder indirekte Blitzströme auf? → Strom 10/350 μ s oder 8/20 μ s relevant
2. Wie hoch ist schätzungsweise der Blitzstrom an dieser Stelle?
3. Wie hoch ist der maximale Nennstrom oder die Nennleistung?
4. Wie hoch ist die maximale Betriebsspannung?
5. Wie hoch ist die maximal erlaubte Überspannung (Spannungsfestigkeit)?
6. Welche Anschlüsse (Stecker/Buchse) muss das SPD besitzen?

Datenblatt (Beispiel DEHNgate AG N)

Höchste Dauerspannung DC (U_c)	180 V	z. B. für TRX 100W an 50 Ohm = 70 V
Max. Übertragungsleistung	150 W	z. B. für TRX 100 W
Frequenzbereich	0-2,5 GHz	für Amateurfunk geeignet
Ableiterklasse	Typ 1	für Blitzströme geeignet
D1 Blitzstoßstrom (10/350 μ s) I_{imp}	5 kA	Max. Teilblitzstrom Hauptentladung
D2 Nennableitstrom (8/20 μ s) I_n	20 kA	Max. Teilblitzstrom Folgeentladung
Schutzpegel bei I_n C2 (UP)	≤ 850 V	Wirksame Spannung im Funkgerät!

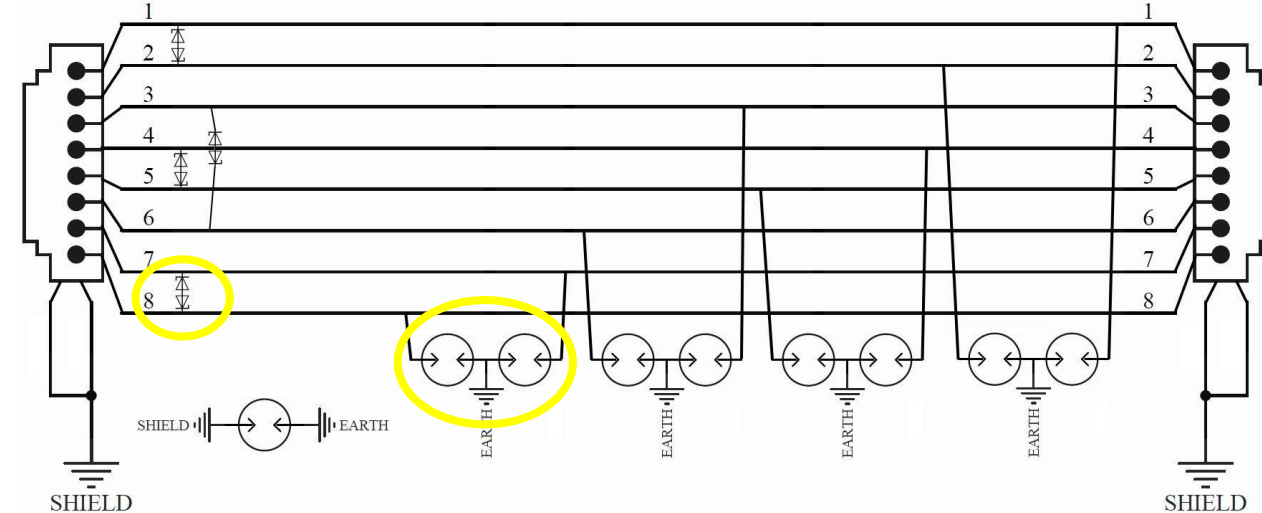


Datenblatt + Skizze: DEHN SE Bild: DF4KJ



Überspannungsschutz für LAN-Kabel

Verbindung mit PAS über integrierte PA-Leiter
(nicht im Bild)



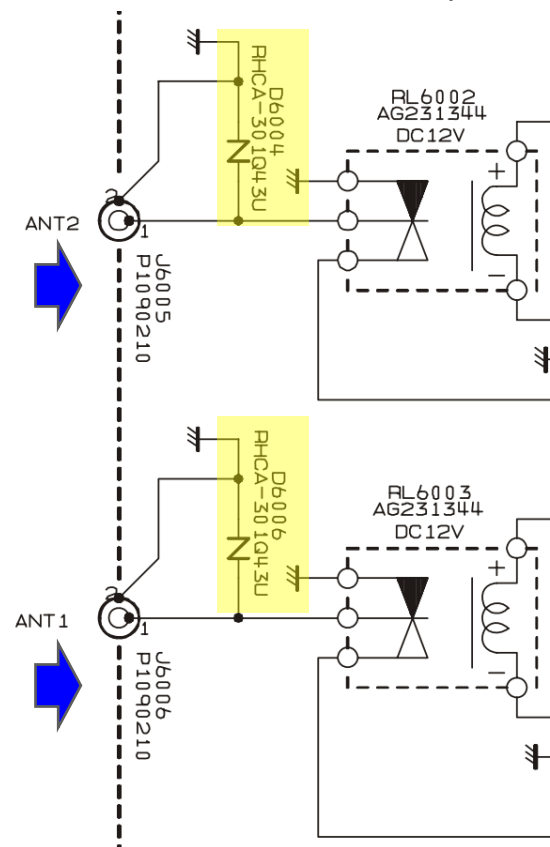
Ableitvermögen: 10kA (8/20 μ s), 100A (10/1000 μ s)

Zündspannung: 90VDC \pm 20% (Pair to Earth) | <450V (bei 100V/ μ s) | <600V (bei 1kV/ μ s)

Quelle: Allnet

Wie gefährdet sind Funkgeräte?

FT-950 mit SPD / (AUS) geerdet



Surface Mounted SPD

[Home](#) » [Products](#) » [Surge Products](#) » [Surface Mounted SPD](#) » [RHCA4532](#)

RHCA-301Q43U

RHCA4532 Series Surface Mounted SPD

DC Breakdown Voltage (V)

90 to 600

Minimum Insulation Resistance (MΩ)

1,000 (50VDC) to 1,000 (100VDC)

Maximum Capacitance 1MHz (pF)

0.25

Impulse Life Test

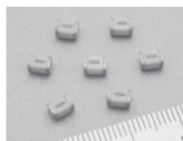
8/20μs-100A: 300 times

Impulse Current Capacity

8/20μs-2,000A (R=2Ω) Positive/Negative: 5 times

Impulse Withstanding Voltage Capacity

10/700μs-4,000V (R=25Ω) Positive/Negative: 5 times

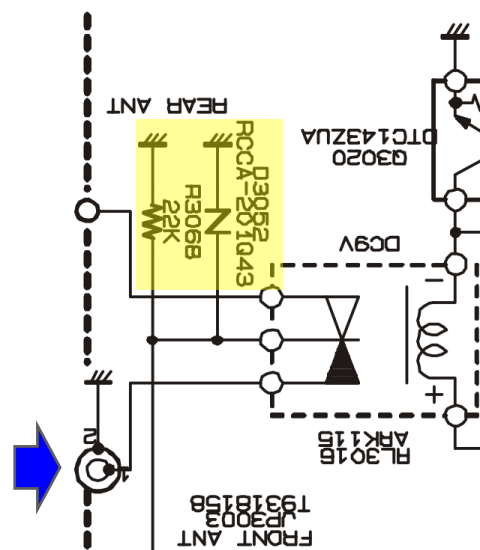


[Datasheet](#)

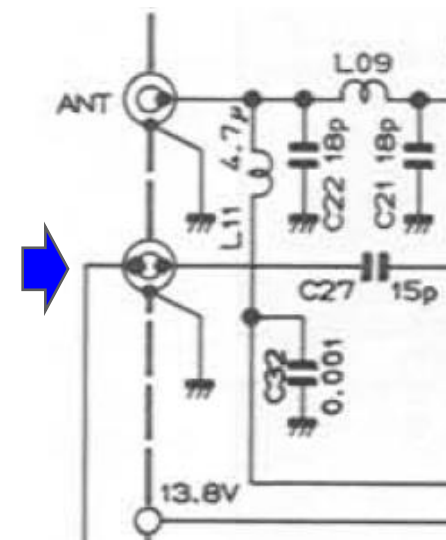
[Technical Inquiry](#)

[Search netCOMPONENTS](#)

FT-817 mit SPD, mit Ableitwiderstand



FT-736R kein Schutz



Quelle: Yaesu Technical Supplement; Webseite

Wo kann ein Blitz einschlagen? Blitzkugelverfahren

Physikalische Grundlagen • Beispiel-Skizzen • Anwendung

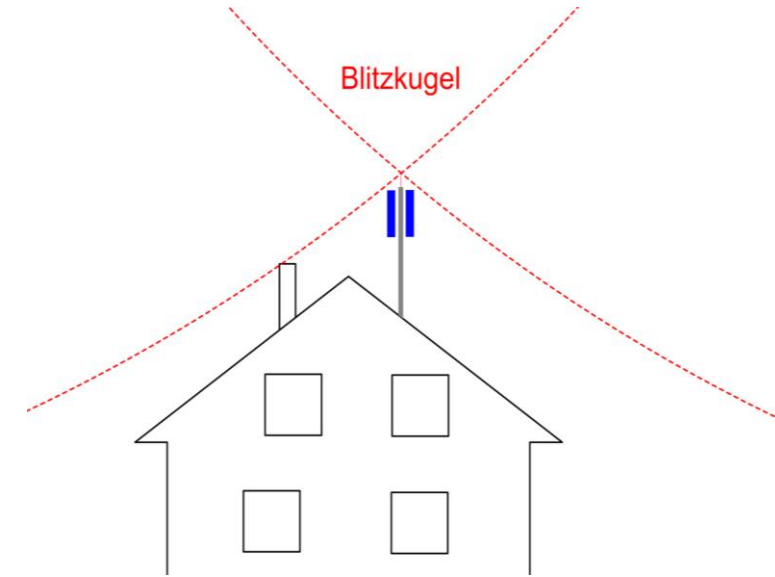
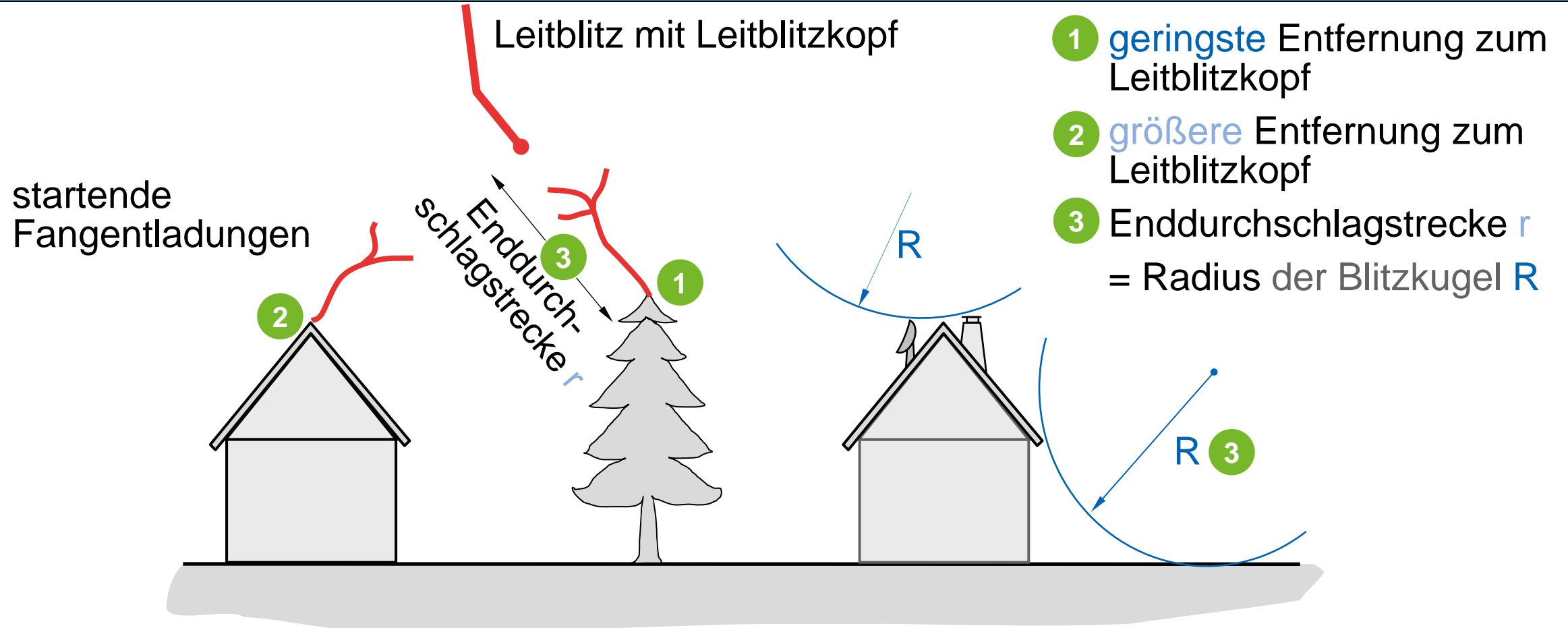
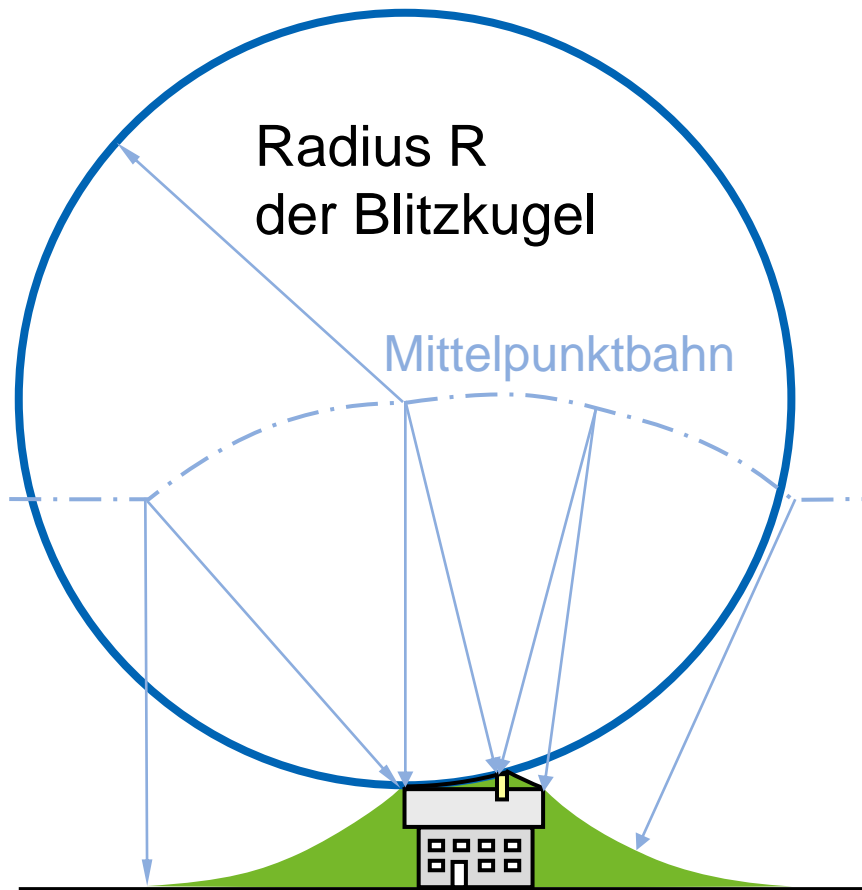


Bild: VDE e.V.

Wo kann ein Blitz einschlagen? Physikalische Grundlagen zum Blitzkugelverfahren



Wo kann ein Blitz einschlagen? Mit Blitzkugelverfahren Blitzeinschlag gefährdete Bereiche ermitteln



- Vorgehensweise:
 - Kugel rollt von allen Seiten über die bauliche Anlage
 - wo die Kugel die Anlage berührt: **Blitzeinschlag möglich** = **Fangeinrichtungen notwendig**,
→ Kugel trifft nur noch Erdboden + Fangeinrichtung
- Radius R der Blitzkugel von Blitzschutzklasse abhängig
 - Antennenerdung (BSK IV): 60 m

Video (WDR)

Bild: VDE e.V. Literatur: VDE 0185-305-3:2011-10; Anhang A und Anhang E.5.2.2.2

Blitzkugelverfahren: "Blitzkugel" mit Radius R rollt über Gebäude – Blitzeinschlag möglich in berührte Flächen

Radius R der Blitzkugel hängt von der Blitzschutzklasse BSK ab.

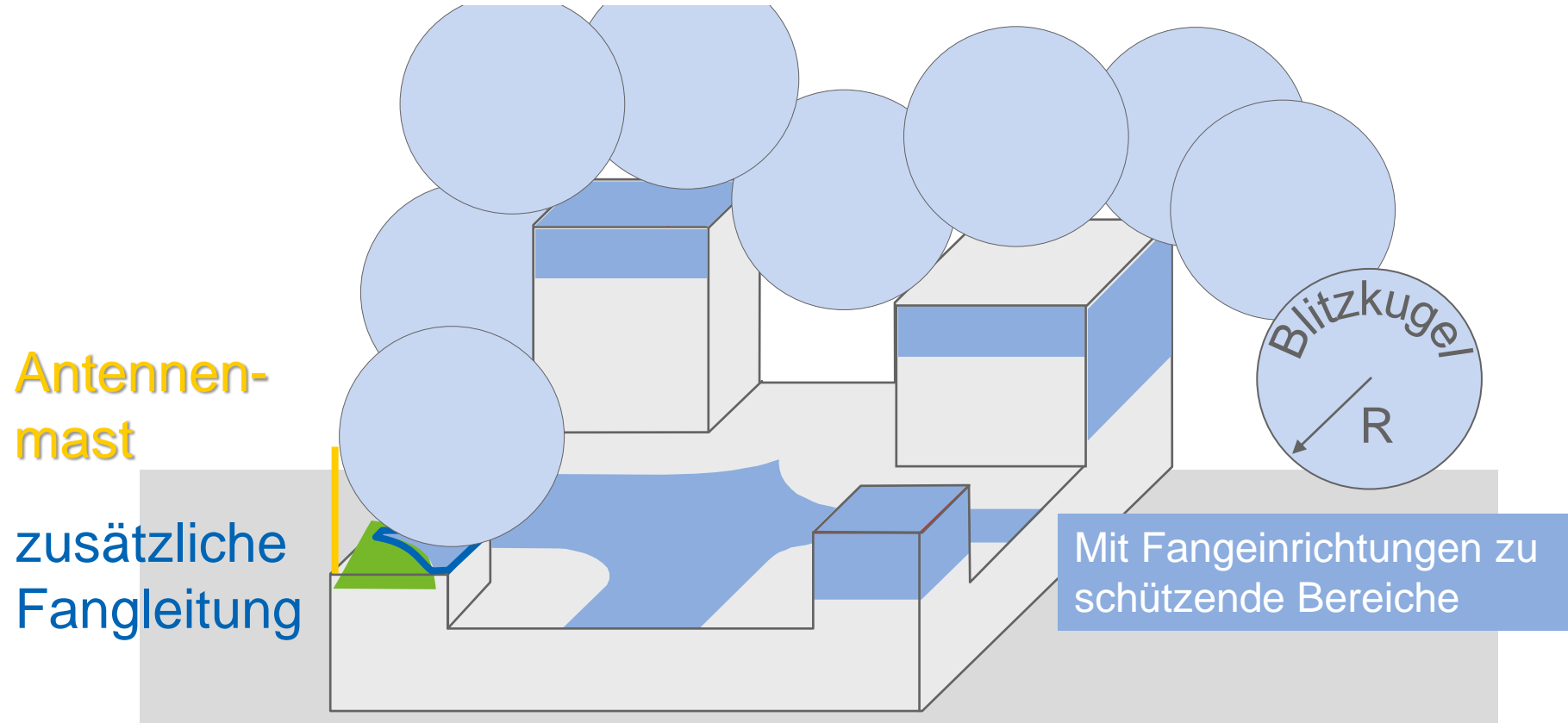


Bild: VDE e.V.

Anwendung des Blitzkugelverfahrens: KW-Drahtantenne ohne* Blitzeinschlag

ein Dipolschenkel geschützt durch

- ① UKW-Antenne + ② Straßenbeleuchtung



Mast auf dem Dach
geerdet

Zweidrahtleitung mit
Abstand (isoliert) zum
Mast



anderer Dipolschenkel geschützt
durch höhere Häuser



*Erläuterung zu „ohne“: Theoretisch können Blitze mit sehr kleinen Stoßströmen einschlagen.

Bilder: DF4KJ

Sicherheitsabstand –

Blitzüberschlag vermeiden

Einflussfaktoren • Sicherheitsabstand in VDE 0855-300

Sicherheitsabstand – Blitzüberschlag vermeiden: Einflussfaktoren

- Bei Potentialunterschieden durch Blitzschlag sind Überschläge möglich
- Abhilfe:
 - Verbinden = Potentialausgleich herstellen *oder*
 - Trennen = Einhalten eines Sicherheitsabstands

- Blitzschutznorm: Trennungsabstand

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

- k_i : abhängig von der Schutzklasse des Blitzschutzsystems
- k_c : Stromaufteilungs-Koeffizient = gibt an, wieviel Blitzstrom durch die nahe Fangeinrichtung und Ableitung fließt
- k_m : Materialkoeffizient = typisch für Isolierstoff in der Trennungsstrecke
- l : Länge entlang der Fangeinrichtung / Ableitung von dem Punkt, an dem der Trennungsabstand ermittelt werden soll, bis zum nächstliegenden Punkt des Potentialausgleichs oder der Erdung

Quelle: VDE e.V.

Sicherheitsabstand in VDE 0855-300:2024

Tabelle auf Basis einer einfachen Konfiguration

- nur 1 Erdungsleiter
- BSK IV

H = vertikaler Abstand („Höhe“) zur HES (nächsten PAS)

I_{iso} = Sicherheitsabstand zu leitfähigen Teilen

H	I_{iso}
20 m	114 cm
15 m	86 cm
10 m	57 cm
5 m	29 cm

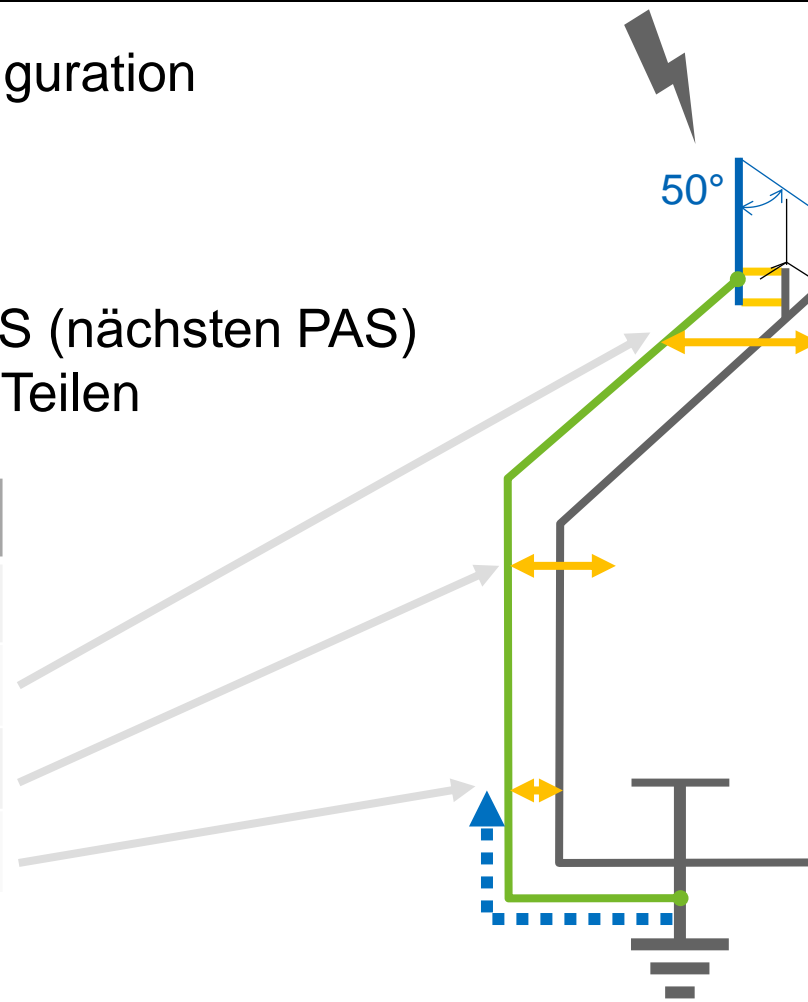


Bild: Wettingfeld

Quelle: E DIN VDE 0855-300:2023-xx

Zusammenfassung

Normen, Literatur • VDE Informationen Blitzschutz •
VDE Newsletter Blitzschutz • Rechtlicher Hinweis • Ansprechpartner

Antennenerdung

- für alle Antennen möglich
 - zum Teil indirekt über das Speisekabel
- Antennen-Speisekabel:
 - Potentialausgleich am Anfang (Mast) und Ende (Shack) durchführen
- Erdungsanlagen miteinander verbinden
- Sachschäden bei Blitzeinschlag sind wahrscheinlich und *müssen akzeptabel sein!*
 - *Personenschutz muss gewährleistet sein!*

Beachten!

- Potentialausgleich durchführen
 - im Shack, am Mast ...
 - Personenschutz!
 - teilt Blitzströme auf

Informativ

- Überspannungsschutz = Geräteschutz
- Blitzkugelverfahren: Wo Blitzeinschlag möglich
- Sicherheitsabstand: Blitzüberschlag vermeiden

DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1) Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste - Teil 11: Sicherheitsanforderungen (IEC 60728-11); Deutsche Fassung EN 60728-11

DIN VDE 0855-300 (VDE 0855-300):2008-08 Funksende-/empfangssysteme für Senderausgangsleistungen bis 1 kW - Teil 300: Sicherheitsanforderungen

DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (IEC 62305-3); Deutsche Fassung EN 62305-3

Amann, F.; Hunger, W.; Raphael, T.; Schweyda, M.: Antennenerdung, Blitz- und Überspannungsschutz. cq DL 6/2024, DARC-Verlag

Amann, F.; Hunger, W.; Raphael, T.; Schweyda, M.: Blitzschutz für Amateurfunkanlagen (1) + (2). Funkamateure 2 + 3/2024, Box73 Amateurfunkservice

Baumanns, H.: Der falsch verstandene Überspannungsschutz. Funkamateure 10/2009, Box73 Amateurfunkservice

Bissinger, N.: Schutzmaßnahmen verstehen und anwenden. cq DL 8/2017, DARC-Verlag

Blauermel, R.: Blitzschutz für Antennenanlagen. Funkamateure 7/2019, Box73 Amateurfunkservice

Block, R.: Lightning Protection and Grounding Project at W2MMD. QST 7/2022

Ellison, T.: Grounding Systems in the Ham Shack – Paradigms, Facts and Fallacies. <https://helpdesk.flexradio.com/hc/en-us/articles/204779159-Grounding-Systems-in-the-Ham-Shack-Paradigms-Facts-and-Fallacies> (abgerufen am 20.02.2023)

Friese, W.: Blitze und Gewitter funktechnisch betrachtet (1)+(2). Funkamateure 4+5/2005, Box73 Amateurfunkservice

Hann, W.: Überspannungsschutz bei KW-Antennen. Funkamateure 11/2006, Box73 Amateurfunkservice

Heidler, F.; Stimper, K.: Blitz und Blitzschutz. VDE Schriftenreihe 128. VDE Verlag, 2009

Heinbuch, R.: Antenne erden – genügt das?. cq DL 12/81, DARC-Verlag

Krischke, A.: Rothammels Antennenbuch, Kapitel 34.3 Blitz- und Erdungsgrundlagen. 13. Auflage, 2014. DARC-Verlag

Lechner, D.: Blitzschlag - sind Sie gerüstet?. Funkamateure 1/1972, Box73 Amateurfunkservice

Maneck, H.-J.: Blitzschutzsystem für die Amateurfunkstation. Funkamateure 3/1996, Box73 Amateurfunkservice

Österreichischer Verband für Elektrotechnik: Blitz- und Überspannungsschutz sowie Erdung von Antennen und Antennenanlagen. OVE-Fachinformation BL02. 2021-02-01

Raphael, T.: Blitzschutz und Antennenerdung. Funkamateure 1/2010, Box73 Amateurfunkservice

Roth, W.-D.: Blitzschutz - eine sinnvolle Basis für die Funkanlage. Funkamateure 6/2010, Box73 Amateurfunkservice

Schröder R.; Müller, K.-P.: Blitz-/Überspannungsschutz von Funkanlagen. cq DL 3/1992, DARC-Verlag

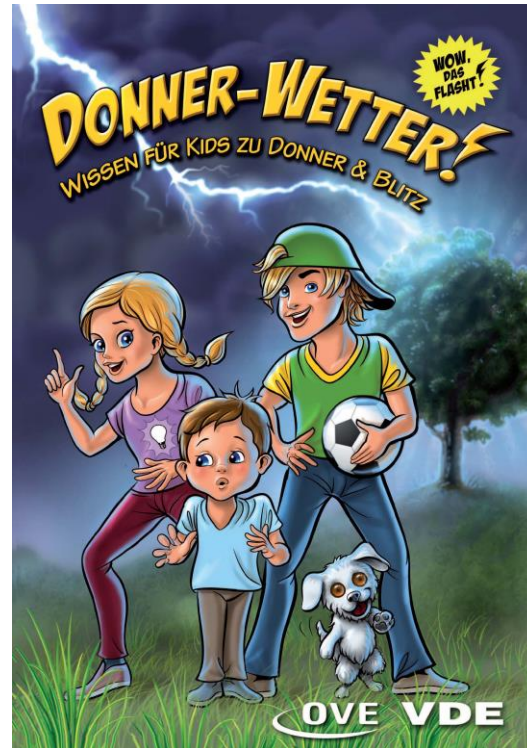
Sichla, F.: Blitz- und Überspannungsschutz: Für Antennen, Geräte und Anlagen. vth Verlag, 2011

Sichla, F.: Blitz- und Überspannungsschutz für Amateurfunkanlagen. Funkamateure 7/2009, Box73 Amateurfunkservice

Sichla, F.: Blitzschutz & Co: Funken – aber sicher! cq DL 5/1999, DARC-Verlag

Sichla, F.: Blitzschutz im Shack. cq DL 8/2017, DARC-Verlag

VDE e.V.: Schutz von Funkanlagen auf Gebäuden bei Blitzschlag - Leitfaden für die Anwendung von DIN VDE 0855-300 (Antennenerdung) und DIN EN 62305 (Blitzschutz). VDE Information Blitzschutz. www.vde.com/blitzschutz-funkanlagen (abgerufen am 20.01.2023)



www.vde.com/blitzschutz

VDE-MERKBLATT

Blitz- und Überspannungsschutz temporärer Kommunikationssysteme

Inhalt

1 Grundlagen des Blitzschutzes	2
1.1 Blitzschutzsysteme	2
1.2 Überspannungsschutz	3

Temporäre Kommunikationssysteme sind aufgrund ihrer exponierten Lage durch Blitzschlag gefährdet. Das gilt auch für Personen, die solche Anlagen betreiben oder sich in deren Nähe aufhalten. Das Merkblatt erläutert die Gefahren durch Blitzanschlägen.

[Link2](#)

VDE Information Blitzschutz



Bild 1: Funkanlage an einem Gebäude mit Blitzschutz (Quelle: Sven Linnagren)

Schutz von Funkanlagen auf Gebäuden bei Blitzschlag

Inhalt

1 Einleitung	2
2 Begriffe	3
3 Hinweise für Gebäudebetreiber	5
4 Handlungsalternativen	6
4.1 Maßnahmen für Funkbetreiber	7

Leitfaden für die Anwendung von DIN VDE 0855-300 (Antennenerdung) und DIN EN 62305 (Blitzschutz)

Dieser Leitfaden zeigt die Maßnahmen für die Antennenerdung bzw. die Integration einer Funkanlage in ein vorhandenes Blitzschutzsystem auf. Dabei wird zwischen dem

[Link1](#)

VDE Newsletter Blitzschutz – max. 1x pro Monat, individuelle Themenwahl, kostenlos



VDE Newsletter Blitzschutz

25.02.2021

Sehr geehrter Herr Dr. Franke-Mustermann,

der VDE Ausschuss Blitzschutz und Blitzforschung (VDE ABB) informiert über die Gefahren durch Blitze und mögliche Schutzmaßnahmen. Heute berichten wir über Neues und Aktuelles zum Blitzschutz, Überspannungsschutz und zur Blitzforschung.

Viel Spaß beim Lesen!
Ihr Team der VDE ABB Geschäftsstelle

www.vde.com/blitzschutz-interesse

Über uns



Was hat der "Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung" im letzten Jahr gemacht?

Informieren Sie sich über die Highlights in 2020 u. a.

- Internationale Zusammenarbeit in der Weiterbildung Blitzschutz
- Archiv des ABB e.V. digital verfügbar
- www.vde.com/de/blitzschutz/highlights



VDE Blitzdaten Service

Schweiz - flexibler Nutzungszeitraum

Vor kurzem wurden zwei Änderungen durchgeführt, die den Service noch kundenfreundlicher machen:

1. Bisher war die kostenpflichtige Nutzung auf das Kalenderjahr beschränkt. Jetzt endet der **Nutzungszeitraum** genau ein Jahr nach der Bestellung; der Service ist damit länger als bisher verfügbar.
2. Auch die **Schweiz** kann nun mit dem VDE Blitzdaten Service abgefragt werden.

Ein Hinweis zum Schluss



Diese Information enthält allgemeine technische Empfehlungen zu Antennenerdung und Blitzschutz. Eine eigene Überprüfung der jeweils erforderlichen Handlungsweise durch die anwendende Person bleibt daher immer unentbehrlich.

Die Autoren haben diese Information mit großer Sorgfalt verfasst. Dennoch können sie weder eine explizite noch eine implizite Gewährleistung für die Korrektheit, Vollständigkeit oder Aktualität des Dokuments übernehmen. Die Anwendung dieses Dokuments geschieht in dem Bewusstsein, dass die Autoren für Schäden oder Verluste jeglicher Art nicht haftbar gemacht werden können.

VDE-Normen (u. a. VDE 0855-300) werden erarbeitet von der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE. Es wird empfohlen, die Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum anzuwenden. Bezug: VDE VERLAG GMBH oder Beuth-Verlag GmbH

Thomas Raphael DF4KJ

Präsentation als pdf-Datei? Download*:

www.vde.com/xxxx

Fragen aus der Praxis, die in den Beiträgen nicht beantwortet werden, sind willkommen. Sie dienen den Autoren als Anregung, die hier vorliegende Information um fehlende Aspekte zu ergänzen bzw. unklare Aussagen detaillierter zu formulieren. Eine individuelle Beantwortung ist leider nicht möglich. Bitte Fragen per E-Mail an frage%antennenerdung@gmx.de senden.



Herzlichen Dank für Fotos:
DC1SAF, DEHN, DF4KJ, DF7RG,
DF9BA, DK2WF, DL1MKW,
DL5MM, DO7TC, WIMO

*Download möglich bis 4 Wochen nach der Veranstaltung

Bild: François GOGLINS, CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons



Praxisbeispiele für Antennenerdung nach E DIN VDE 0855-300:2025

DARC VDE AK Blitzschutz von Funkanlagen, Thomas Raphael DF4KJ
Amateurfunktagung München, 8.-9.3. 2025

Matt Biddulph from UK, CC BY-SA 2.0, via Wikimedia Commons