



Zuverlässiger Netzbetrieb mit zukunftssicheren Erdungskonzepten
DIN EN 50522 / VDE 0101-2, 2023-10-01

DRIESCHER ENERGIEFORUM / 05.06.2025

© IGEH Projekt GmbH



IGEH PROJEKT GMBH



Peter Biebl Dipl.-Ing. [Univ.]
Geschäftsführer

Telefon 08063 – 97 37 87 1

E-Mail peter.biebl@igeh-projekt.de

IGEH Projekt GmbH, Walter-Gessner-Straße 6
83620 Feldkirchen-Westerham

www.igeh-projekt.de

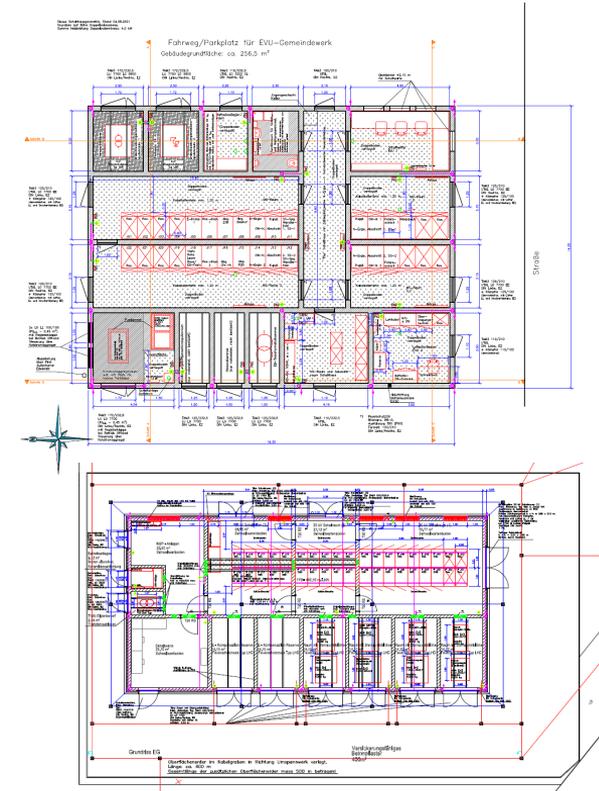


Unsere Planungsexpertise

- **Stationsbau**
Planung von Netz- und Übergabestationen, Bestandssanierungen, Schalthäuser, Druckberechnungen, ...
- **Netzbetrachtung**
Betrachtung Netztopologien, Erweiterungsmöglichkeiten im Netz, ...
- **Erdung & Blitzschutz**
Konzeption Erdungsanlagen, Planung Blitz- und Überspannungsschutzkonzepte, Risikoanalysen, ...
- **Seminarwesen**
Erdungs- und Blitzschutzanlagen Praxis, Messtechnik, Grundlagen Netze, Mittelspannungstechnik, ...

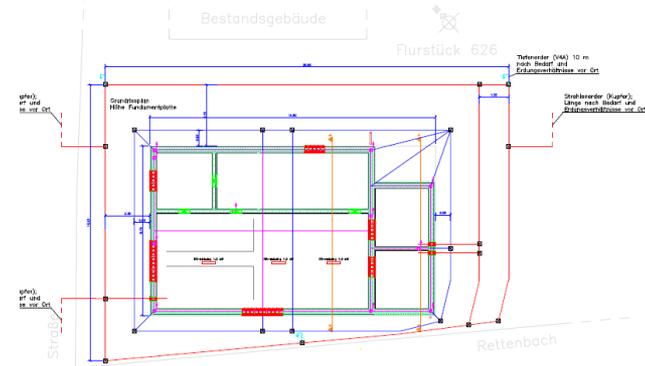
Schalhäuser

- Konzeptionierung – Neubau oder Bestandssanierung/-erweiterung
- Vor-Ort-Aufnahme
- Detail Ausarbeitung
- Konzepterarbeitung provisorische Versorgungssicherheit
- Komplexe Auslegung von Erdungsanlagen, Blitzschutzanlagen
- Planerstellung – Gebäude, Schaltanlageschema, Wirkschema
- Druckberechnung für Anlagenräume
- Erstellung Leistungsverzeichnisse und Ausschreibungen
- Planung nach HOAI



Erdungsanlagen

- Konzeptionierung – Neubau, Bestandsgebäude, Erweiterungsbau
- Messtechnische Erfassung Bestandsanlagen
- Berechnung der Erdungsanlage hinsichtlich Sternpunktbehandlung, Fehlerströme, Abschaltzeiten, Berührungsspannung, ...
- Planerstellung – Erdungskonzept, Prinzipdarstellungen
- Erstellung Leistungsverzeichnisse und Ausschreibungen
- Planung nach HOAI



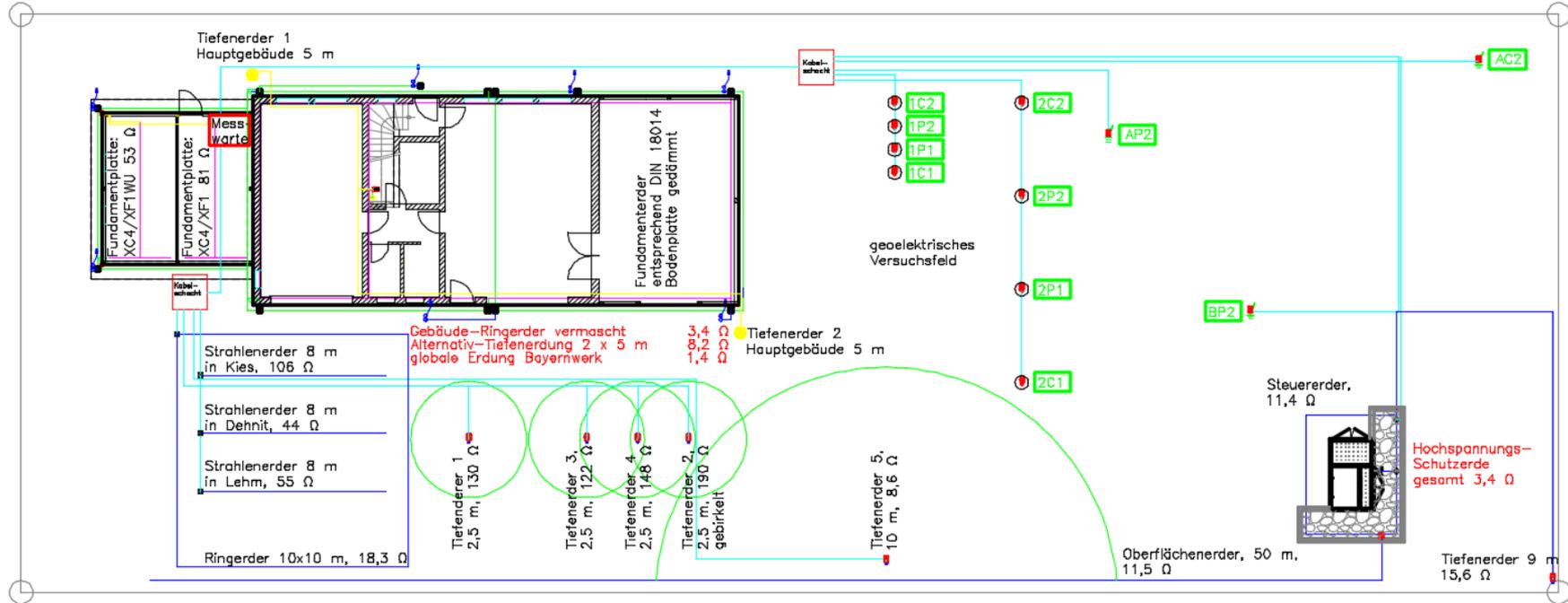
Messwerttabelle zu Erdungsmessprotokoll					
Kunde:	xxxx				
Datum:	xxxx				
Standort:	xxxx				
Prüfer:	xxxx				
Durchgangsmessung	Gebäudehülle zu Ringender (bei offenen Trennklemmen)	0,52	Ω		
Impedanz	Messschleife	0,23	Ω		
	als resultierender Wert	0,29	Ω		
Erdausbreitungs-widerstand	Gebäudehülle gegen Erde	Messung 1	0,34	Ω	
Erdausbreitungs-widerstand	Ringender gegen Erde	Messung 1	0,51	Ω	
Erdausbreitungs-widerstand	Gebäudehülle gegen Erde	Messung 2	0,36	Ω	
Erdausbreitungs-widerstand	Ringender gegen Erde	Messung 2	0,51	Ω	
Spezifischer Erdwiderstand	Wenner, Tiefe 6 m	Messung 1	22,20	Ωm	
Spezifischer Erdwiderstand	Wenner, Tiefe 6 m	Messung 2	22,20	Ωm	
Schleifenmessung	Festpunkt MS-Anlagenraum zu Erdniveau Gebäudehülle	2,70	Ω		
Impedanz	Messschleife	2,03	Ω		
Differenz	als resultierender Wert	0,67	Ω		
Erdungsimpedanz	MS-Schutzerdung als resultierender Wert, isolitär	1,18	Ω		



Seminarwesen

- Schulungs- und Praxisgelände südlich von München
- **Angebote**
 - Erdung und Blitzschutz
 - Erdungs- und Blitzschutzanlagen, Grundkurs praktischer Aufbau
 - Blitzschutzsysteme, Prüfung und Wartung in der Praxis, Messtechnik
 - Hochspannungsfest isolierte Ableitungen, Aufbau mit Montagepraxis
 - Mittelspannungstechnik
 - Erdungsanlagen, Anwendungsbereich Trafostationen und Netze







DIN EN 50522, VDE 0101-2 2023-10-01

DEUTSCHE NORM		Oktober 2023
	DIN EN 50522 (VDE 0101-2)	DIN
	<small>Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchföhrung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „Liste Elektrotechnik - Automation“ bekannt gegeben worden.</small>	VDE
<p>Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.</p> <p>ICS 29.120.50</p> <p>Ersatz für DIN EN 50522 (VDE 0101-2):2011-11 Siehe Anwendungsbeginn</p> <p>Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV; Deutsche Fassung EN 50522:2022</p> <p>Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.; German version EN 50522:2022</p> <p>Prises de terre des installations électriques de puissance en courant alternatif de tension supérieure à 1 kV; Version allemande EN 50522:2022</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 80 Seiten</p> <p style="text-align: center;"><small>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</small></p>		

© VDE, Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. und DIN, Deutsches Institut für Normung e. V. und Urheber aller ausschließlichen Rechte für Deutschland – alle Rechte der Vorsetzung, gleich in welcher Form und welchem Verfahren, sind in Deutschland VDE, Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. und DIN e. V. vorbehalten. Für andere Länder haben VDE, Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. und DIN e. V. alle erforderlichen Rechte der Vorsetzung.
Einzelverkauf und Abonnements durch VDE VERLAG GMBH, 10585 Berlin
Einzelverkauf auch durch South Verlag GmbH, 10772 Berlin



Anforderungen an Erdungsanlagen gem. DIN VDE 0101-2, Abs. 4.4

Grundlegende Sicherheitsanforderungen

- Gewährleistung der Sicherheit unter allen Bedingungen und an jedem Ort, zu dem Personen berechtigten Zutritt haben
- Vermeidung von gefährlicher Körperdurchströmung durch Einhaltung festgelegter Spannungsgrenzwerte
- Anforderungen an Schrittspannungen gelten als erfüllt, wenn Anforderungen zur Berührspannung eingehalten werden



Anforderungen an Erdungsanlagen gem. DIN VDE 0101-2, Abs. 4.4

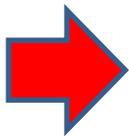
Grundlegende funktionale Anforderungen

- Erdungsanlage, alle Komponenten und PA-Leiter müssen den Fehlerstrom unter Reserveschutz-Abschaltbedingungen führen und gegen Erde ableiten können, ohne Überschreitung der thermischen oder mechanischen Grenzen
- Erdungsanlage muss Funktionsfähigkeit über gesamte vorgesehene Anlagenlebensdauer behalten, ggf. unter Beachtung notwendiger Zuschläge Korrosion und mechanische Belastung
- Keine Beschädigung von Betriebsmitteln durch Beaufschlagung der Erdungsanlage mit Fehlerströmen, insbesondere Vermeidung von hohen Potentialen und Potentialdifferenzen und unzulässig hohen Strömen in Nebenwegen
- Begrenzung von Schritt- und Berührungsspannungen sowie Potentialverschleppungen auf zulässige Spannungen unter Bezugnahme auf die Ausschaltzeiten der normalen Schutzeinrichtungen
- Sicherstellung der EMV-Bedingungen der Hochspannungsanlage

Funktionale Aufgabenstellung an Erdungsanlagen

Zentrale Anforderungen an ordnungsgemäße Erdungsanlagen

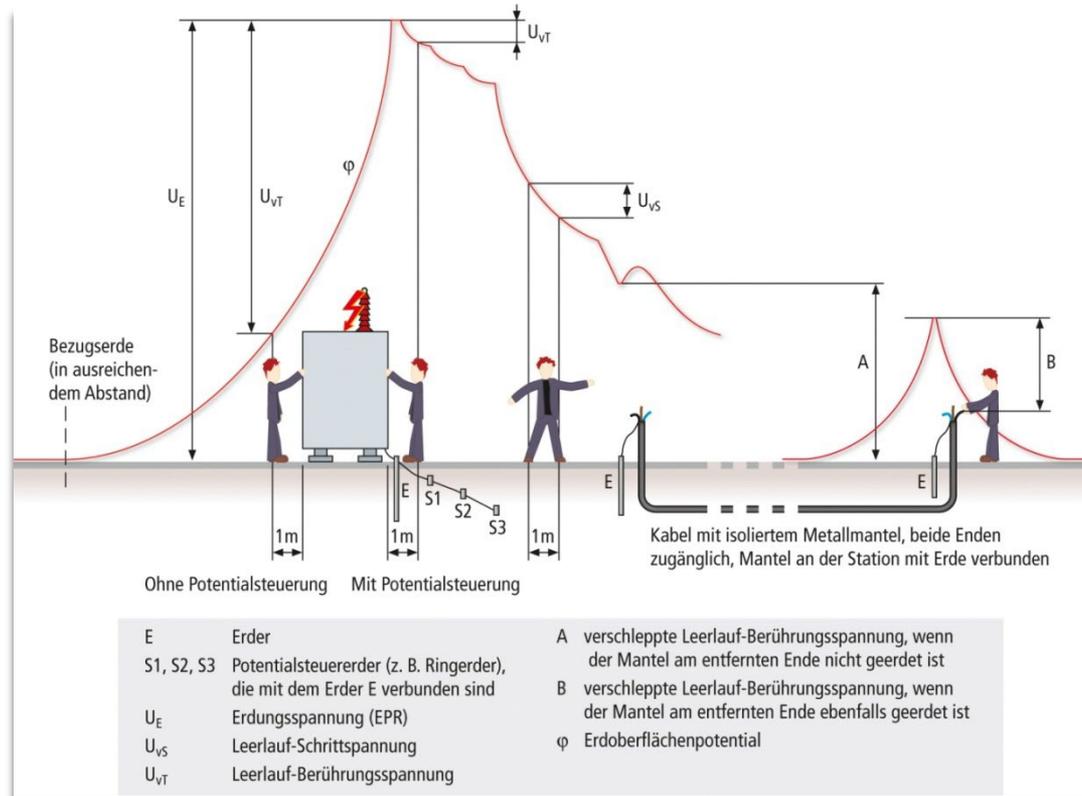
- Sicherstellung der Hochspannungsschutz- und Niederspannungsbetriebserdung
- **Kompromisslose Sicherstellung des Personen- und Sachschutzes**



- Berücksichtigung netztechnischer Parameter
- sorgfältige individuelle Projektierung
- Beachtung einschlägiger Normen und Vorschriften
- Korrekte Ausführung und Dokumentation



Erfüllung der hohen Anforderungen an Erdungsanlagen



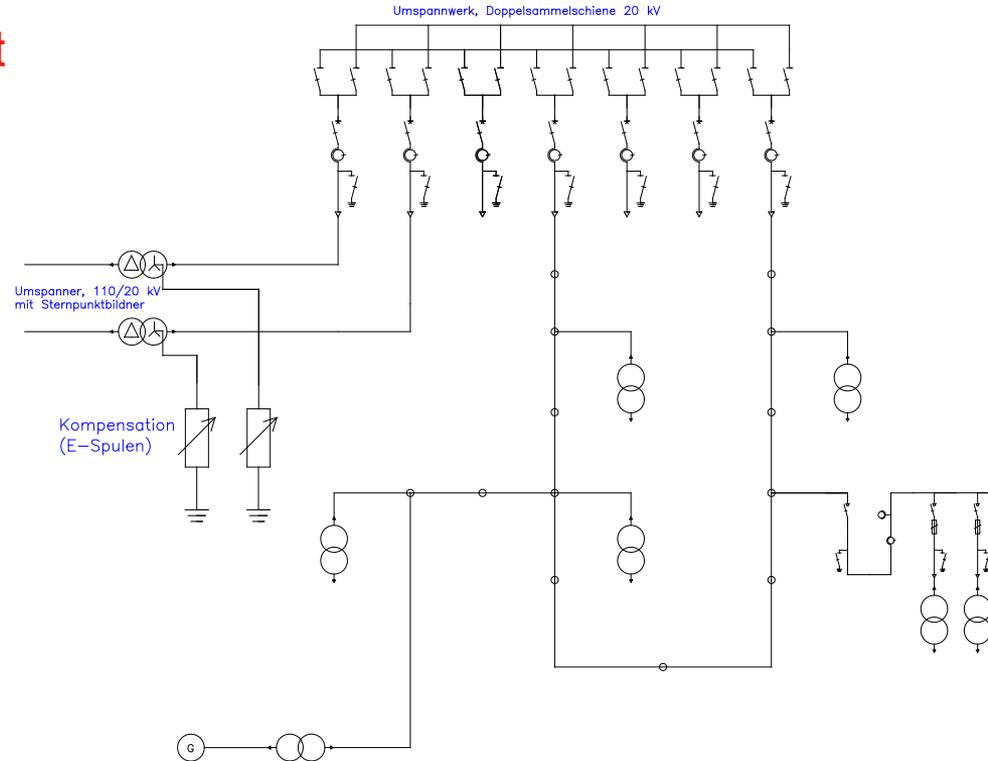
Quelle:
DIN VDE 0101 Teil 2, Bild 1, S. 14,
grafische Aufbereitung DEHN SE



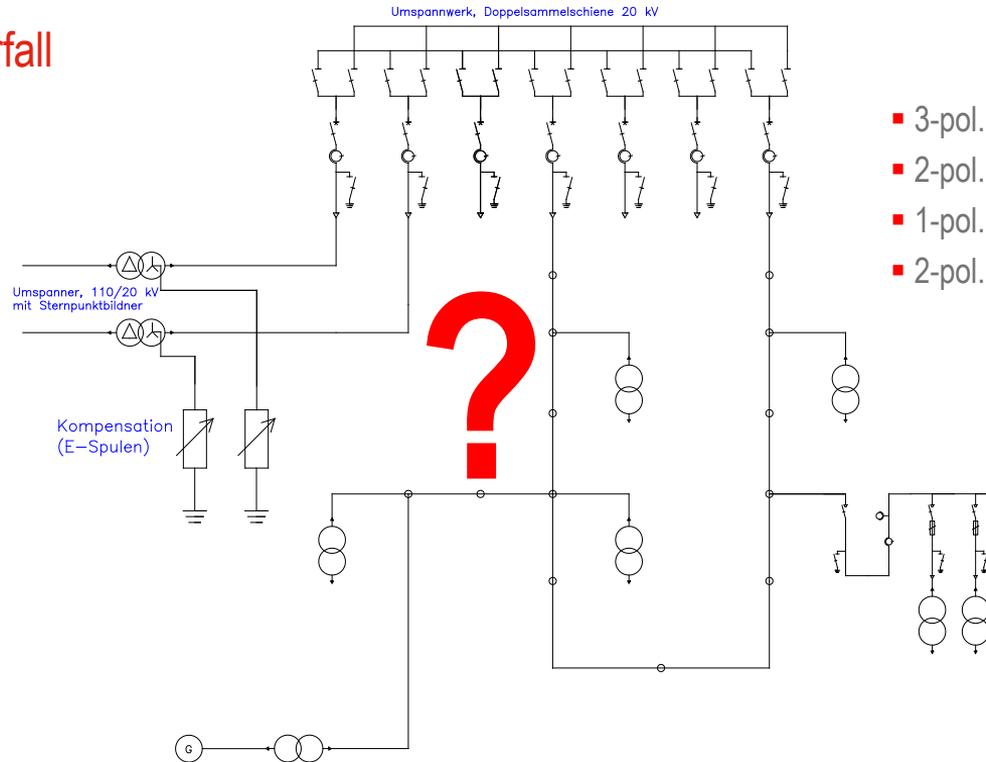
Betrachtung verschiedener Fehlerarten und Netzformen



Netzbetrieb ungestört



Netzbetrieb im Fehlerfall



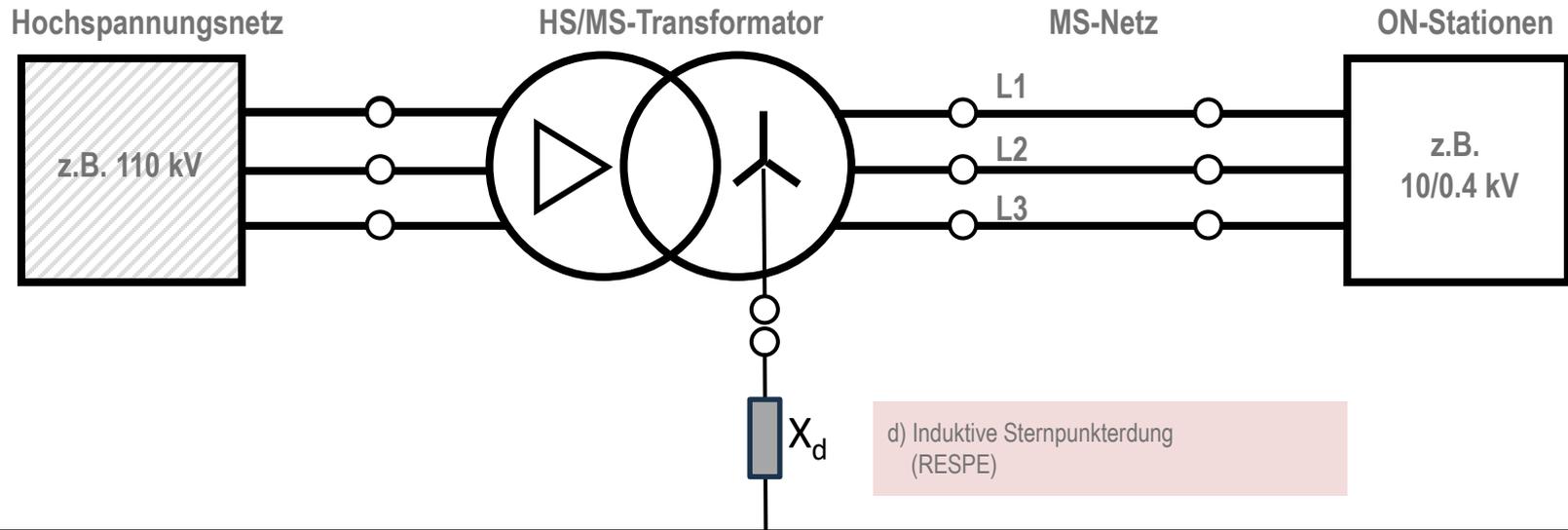
- 3-pol. Kurzschluss?
- 2-pol. Kurzschluss mit Erdberührung?
- 1-pol. Erdschluss?
- 2-pol. Doppelerdschluss?



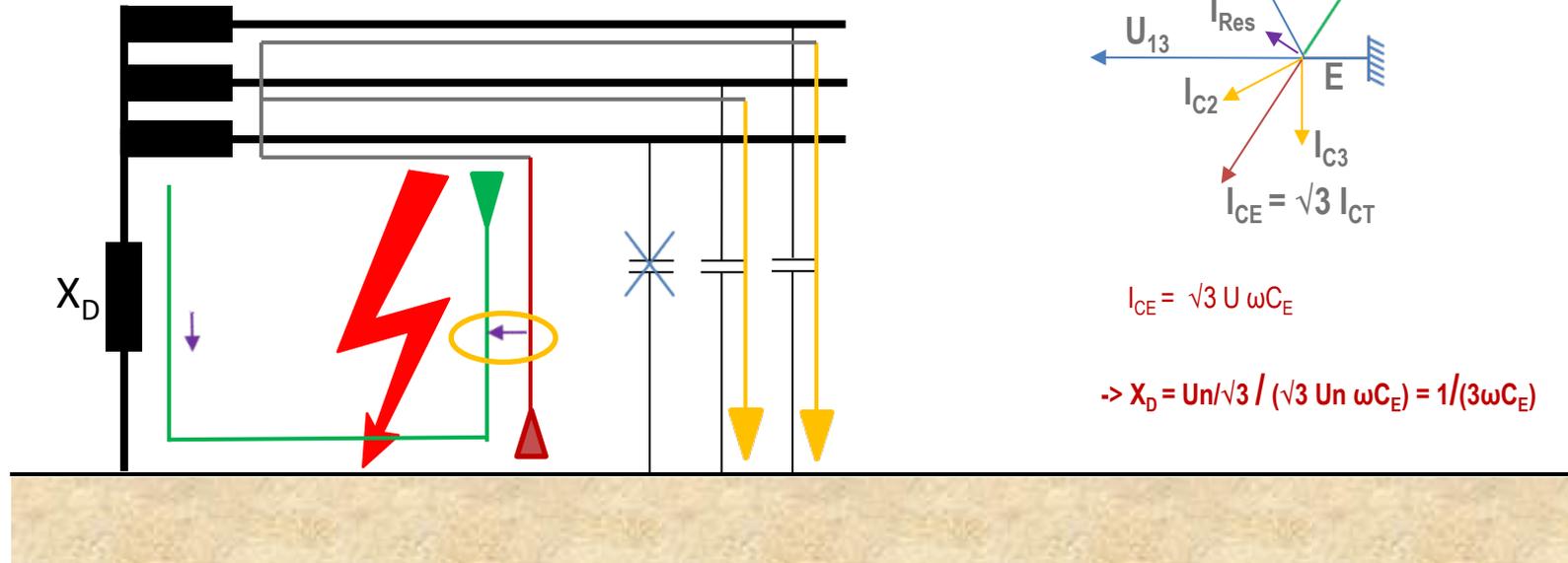
Dimensionierung von Erdungsanlagen hinsichtlich Strombelastbarkeit

- Analyse der verschiedenen möglichen Fehlerarten (individuelle Prüfung!) mit Quantifizierung der zu erwartenden Fehlerströme
- Getrennte Betrachtung für die Ober- und Unterspannungsseite (z.B. HS / MS oder MS / NS) zwingend erforderlich
- Normative Festlegungen gemäß DIN VDE 0102, DIN VDE 0101-2, DIN VDE 0100-540

Einteilung der Verteilnetze Arten der Sternpunktbehandlung



Resonanz-Sternpunktterdung RESPE unter Erdschlussbedingungen



$$I_{CE} = \sqrt{3} U \omega C_E$$

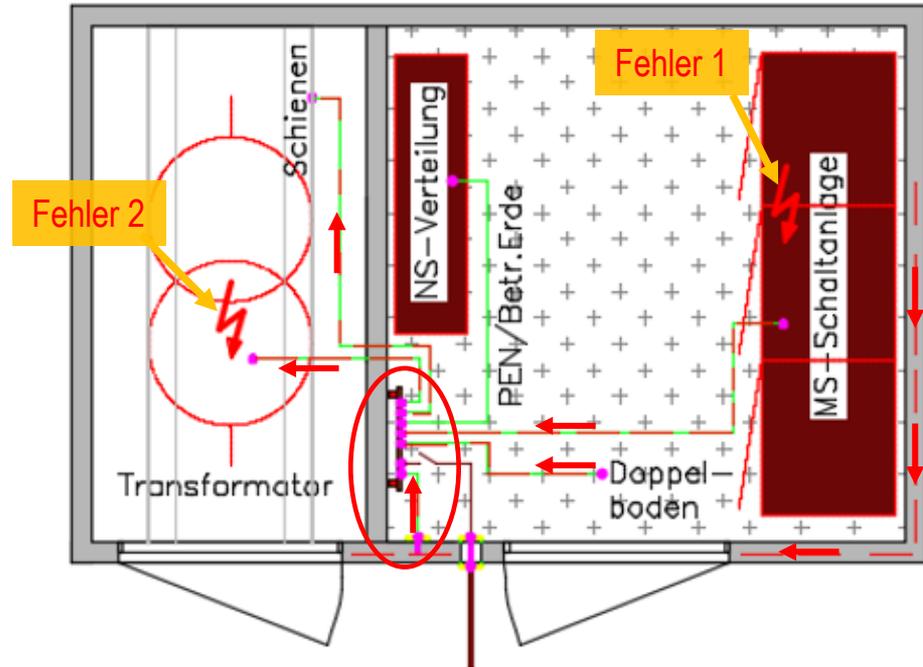
$$\rightarrow X_D = Un / \sqrt{3} / (\sqrt{3} Un \omega C_E) = 1 / (3\omega C_E)$$

Doppelerdschluss, maximale Belastung des Erdungssystemes



Doppelerdschluss innerhalb
einer Trafostation
Darstellung Stromflüsse
im Bereich der Innenraumerdung

Haupt- und Nebenwege



Grafik IB Biebl

Doppelerdschluss innerhalb
einer Trafostation

... Haupt- und Nebenwege



Bild Netze BW



Maßgebende Ströme für die Bemessung von Erdungsanlagen,
gemäß DIN VDE 0101-2, Tabelle 1 (Auszüge)

Art des Hochspannungsnetzes		Maßgebend für die thermische Belastung ^{a e}		Maßgebend für Erdungs- und Berührspannungen
		Erder	Erdungsleiter	
Netze im isoliertem Sternpunkt		I_{KEE}	I_{KEE}	$I_E = r * I_C$
Netze mit Erdschluss- kompensation	In Anlage mit E-Spule	I_{KEE}	I_{KEE}	$I_E = r * \sqrt{I_L^2 + I_{Res}^2}$
	In Anlage ohne E-Spule	I_{KEE}	I_{KEE}	$I_E = r * I_{Res}$

I_{KEE} : Doppelerdschlußstrom ($I_{KEE} \approx 0.85 \times I_K''$)
 I_L : Summe Bemessungsströme aller parallelen E-Spulen
 I_C : berechneter kapazitiver Erdschlußstrom
 I_{Res} : Erdschlußreststrom ($\approx 10 \% \times I_C$)
 r : Reduktionsfaktor gem. Anhang I

I_E : Erdungsstrom
a : Stromverteilung im Erdernetz darf
 berücksichtigt werden,
e : Mindestquerschnitte gemäß Anhang C
 müssen beachtet werden



Bemessung im Hinblick auf thermische Beanspruchung Kurzzeit- und Dauerstrombelastbarkeiten verschiedener Werkstoffe

- Erforderlicher Querschnitt ist abhängig von Größe und Dauer des Fehlerstromes
- DIN VDE 0101-2 enthält Diagramme zu den verschiedenen Strombelastbarkeiten in Anhang D
- zu beachten sind Kurzschlussstromdichte G und Dauerstrom I_D

Strombelastbarkeit	V4A	St/Zn	Cu
G (1 sec.)	37 A / mm ²	70 A / mm ²	195 A / mm ²
I_D (Fl 30 x 3,5 mm)	~ 205 A	~ 380 A	~ 1000 A
I_D (Rd 10 mm)	~ 135 A	~ 250 A	~ 630 A

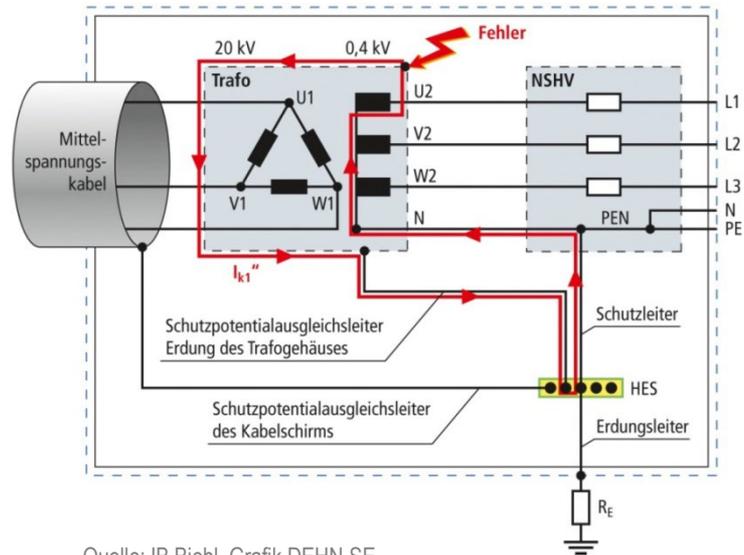
Stromangaben für Leiterendtemperaturen 300° C



Dimensionierung der Erdungsanlage hinsichtlich Strombelastbarkeit für die NS-Seite

- Ein 3-poliger Fehler belastet das Erdungssystem abgesehen von Einschwingvorgängen nicht
- Ein doppelter Erdschluss mit 2 verschiedenen, von einander unabhängigen Fehlern (an verschiedenen Orten), braucht NS-seitig nicht betrachtet zu werden (siehe Grundsatz gem. DIN VDE 0100-410, Schutz unter Einzelfehlerbedingungen, Abschaltung bei 1. Fehler)
- Ein 1-poliger Erdfehler zwischen Trafo und NS-Anlage stellt die höchste Belastung für den angeschlossenen Schutzpotentialausgleichs- und PEN-Leiter dar. Zu betrachten ist der dabei sich ergebende Fehlerstromkreis. Dieser Fehlerfall kann auf der US-Seite schutztechnisch nicht erfasst werden. Eine Abschaltung erfolgt OS-seitig, ggfs. zeitverzögert.

1-poliger Erdkurzschluss im Transformator (US-seitig) mit Fehlerstromkreis Dimensionierung von Schutzpotentialausgleichs- und PEN-Leiter



Quelle: IB Biebl, Grafik DEHN SE

Beispiel

Gießharztransformator 630 kVA, 24 / 0,4 kV,
1-poliger Fehler zwischen US-Wicklung gegen
Erde

Fehlerabschaltung durch vorgelagerte
HH-Sicherungen auf OS-Seite möglich

Abschaltzeiten?



Foto: IB Biebl

Bildbeispiel

1-poliger Erdkurzschluss durch Trafofehler
(US-seitig) Stromfluss über
Schutzpotentialausgleichsleiter
Öltransformator 630 kVA; 10 / 0,4 kV



Foto: SWM



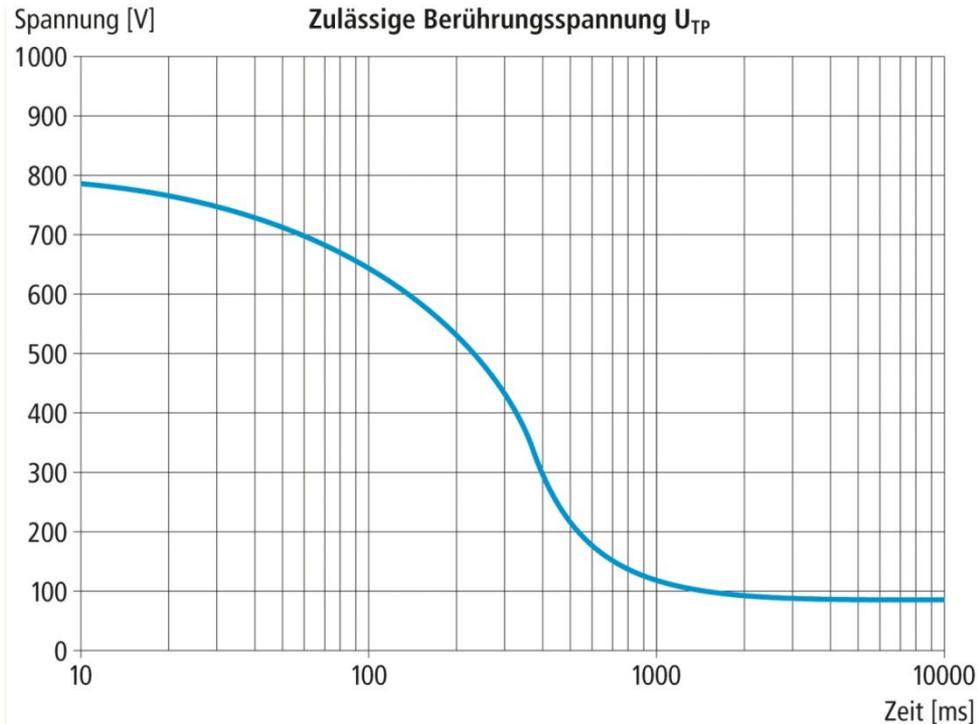
Dimensionierung von Erdungsanlagen hinsichtlich Schritt- und Berührspannung

- Analyse der verschiedenen möglichen Fehlerarten (individuelle Prüfung!) mit Quantifizierung der zu erwartenden Fehlerströme
- Ermittlung der maximal zulässigen Berührspannung in Abhängigkeit der Fehlerdauer
- Berechnung der erwartbaren Schritt- und Berührspannung im Fehlerfall nach Ohm:

$$U_E = I_E * Z_E$$



Bemessung im Hinblick auf Berührungs- und Schrittspannungen

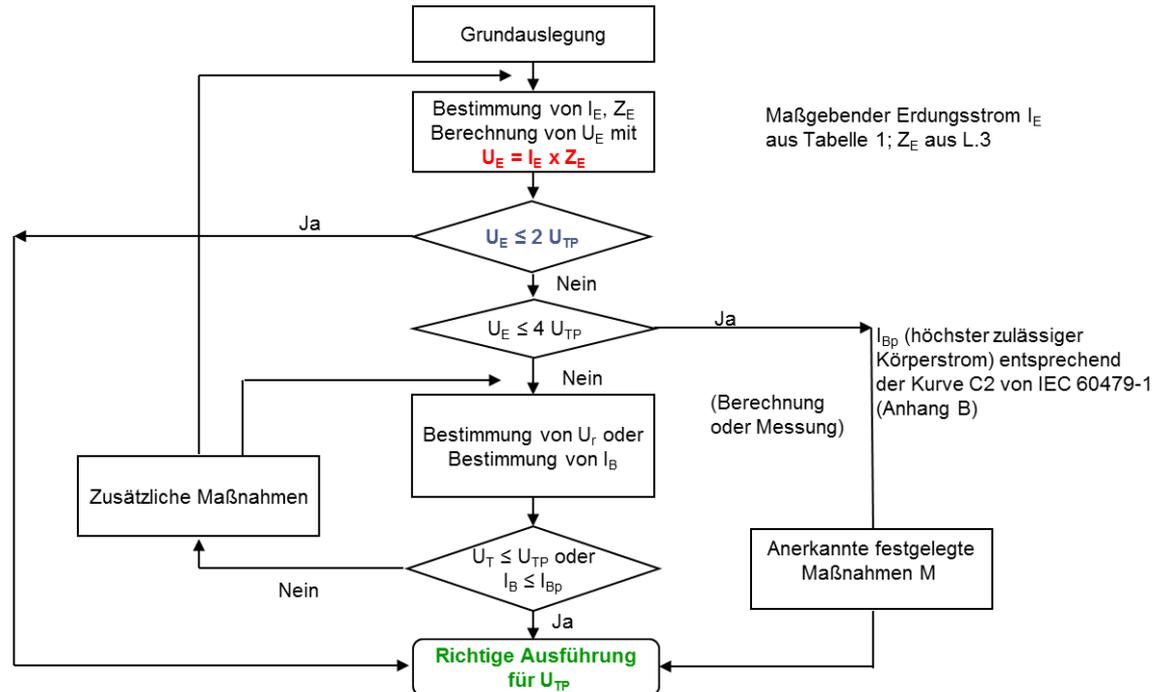


DIN VDE 0101-2, Bild 4,
Grafik DEHN SE

Stromflussdauer
über 10 sec.
→ $U_{Tp} = 80 \text{ V}$



Flussdiagramm zur Dimensionierung hinsichtlich Berührspannung



Ausführung von Erdungsanlagen, die nicht Teil eines Globalen Erdungssystems (C1 von 5.4.2) sind



Ermittlung des Erdungsstromes I_E



Maßgebende Ströme für die Bemessung von Erdungsanlagen, gemäß DIN VDE 0101-2, Tabelle 1 (Auszüge)

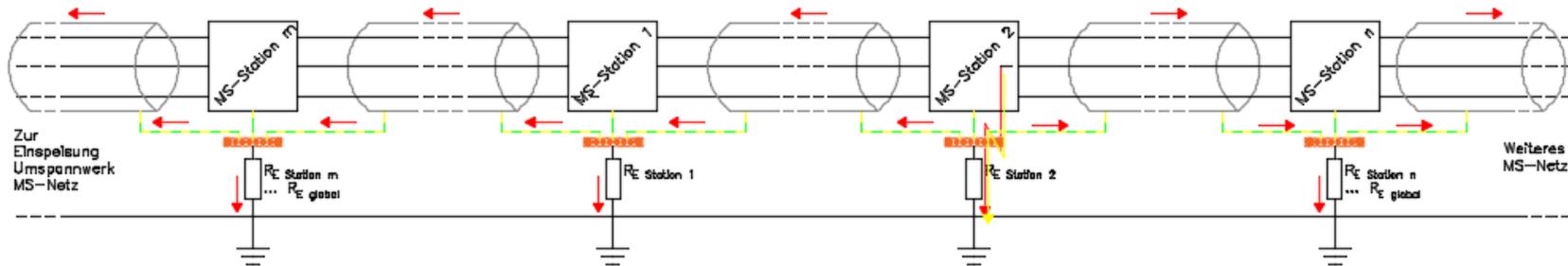
Art des Hochspannungsnetzes		Maßgebend für die thermische Belastung ^{a e}		Maßgebend für Erdungs- und Berührungsspannungen
		Erder	Erdungsleiter	
Netze im isolierten Sternpunkt		I_{KEE}	I_{KEE}	$I_E = r * I_C$
Netze mit Erdschluss- kompensation	In Anlage mit E-Spule	I_{KEE}	I_{KEE}	$I_E = r * \sqrt{I_L^2 + I_{Res}^2}$
	In Anlage ohne E-Spule	I_{KEE}	I_{KEE}	$I_E = r * I_{Res}$

I_{KEE} : Doppelerdschlußstrom ($I_{KEE} \approx 0.85 \times I_K''$)
 I_L : Summe Bemessungsströme aller parallelen E-Spulen
 I_C : berechneter kapazitiver Erdschlußstrom
 I_{Res} : Erdschlussreststrom ($\approx 10 \% \times I_C$)
 r : Reduktionsfaktor gem. Anhang I

I_E : Erdungsstrom
a: Stromverteilung im Erdernetz darf berücksichtigt werden,
e: Mindestquerschnitte gemäß Anhang C müssen beachtet werden

Aufteilung Erdungsströme im Kabelnetz

Aus der Netzpraxis: „Von einer Aufteilung der Erdungsströme entsprechend dem Reduktionsfaktor „r“ kann dann gesichert ausgegangen werden, wenn die Kabelschirme vom Fehlerort bis zum UW / Schaltheus durchgängig gebrückt sind, in jedem Schaltzustand!“





Definition der Erdungsimpedanz Z_E

Z_E Impedanz bei einer gegebenen Frequenz zwischen einem Punkt in einem System oder einer Anlage oder einem Betriebsmittel und der Bezugserde

Anmerkung: Die Erdungsimpedanz wird nicht nur von den unmittelbar angeschlossenen Erdern bestimmt, sondern auch durch [...] angeschlossene Kabel mit Erderwirkung sowie durch Erdungsanlagen, die mit der betreffenden Erdungsanlage durch Kabelmäntel und -Schirme, PEN-Leiter oder auf andere Weise leitend verbunden sind

Die Erdungsimpedanz wird messtechnisch ermittelt, siehe hierzu Ausführungen in Kapitel 7



5. Berechnung der Erdungsspannung U_E



Berechnung der Erderspannungen bei stationärem 1-poligem Erdschluss Beispiel RESPE Netz: Erdfehler an Netzstation

Berechnung der Erderspannung

$$U_E = I_E * Z_E$$

angenommen sei:

- Bemessungsstrom E-Spule im UW
- Erdschluss-Reststrom
- Reduktionsfaktor (gem. Anhang I)
- Erdungsimpedanz

$I_L = 600 \text{ A}$
 $I_{res} = 60 \text{ A}$
 $r = 0,5 \text{ im Kabelnetz}$
 $Z_E = 2,5 \Omega$

→ $U_E = 0,5 \times 60 \text{ A} \times 2,5 \Omega =$

75 V

Ergebnis

$$U_E < 2 \times U_{TP}$$

Erdausbreitungswiderstand und Erdungsmaßnahmen

ausreichend





Aufbau von Erdungsanlagen

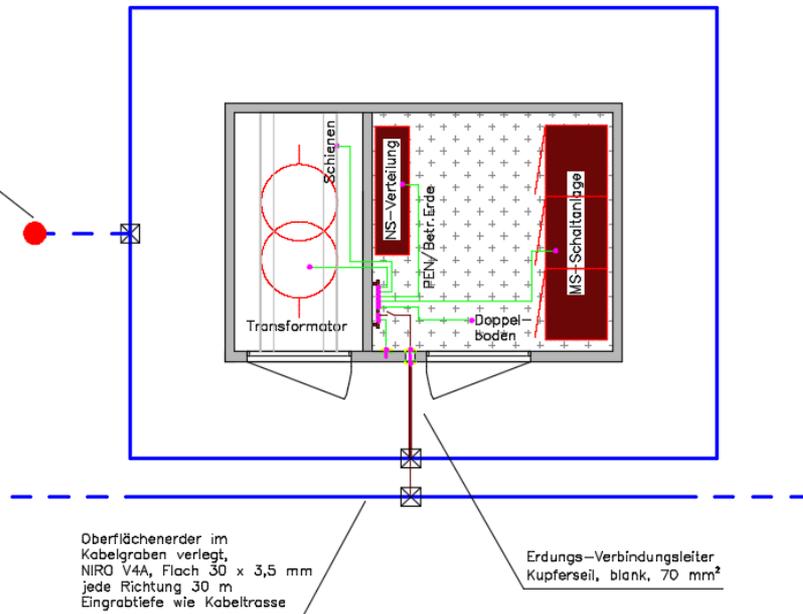
Erdungsmaßnahmen an einer Netzstation in Fertigbauweise „Einheitserde“

-  Kupferseil blank, 70 mm²
-  Flachband NIRO V4A, 30 x 3,5 mm
-  Innenraumerdung, NYY 50 mm²
Trafoerdung und PEN-Leiter leistungsabhängig
-  Kreuzklemme Cu
-  Erdungsfestpunkt
Gebäudearmierung
-  Isolierte Erdungsdurchführung
Fabr. Hauff, Typ HEA IS/M12
Prüfstrom 10 kA, 1 s.
-  bei Bedarf zusätzlicher Tiefenerder
NIRO V4A, Rd 20, Länge min. 4 m



bei Bedarf
zusätzlicher Tiefenerder
NIRO V4A, Rd 20,
Länge min. 4 m

Steuererder als Ringerder,
umlaufend um Station verlegt,
NIRO V4A, Flach 30 x 3,5 mm
Abstand zum gebäude 0,8 – 1,0 m
Eingrabetiefe 0,6 – 0,8 m



Oberflächenerder im
Kabelgraben verlegt,
NIRO V4A, Flach 30 x 3,5 mm
jede Richtung 30 m
Eingrabetiefe wie Kabeltrasse

Erdungs-Verbindungsleiter
Kupferseil, blank, 70 mm²

Quelle: VDE Verlag Band 6 „Erdungsanlagen“ S.107 ff

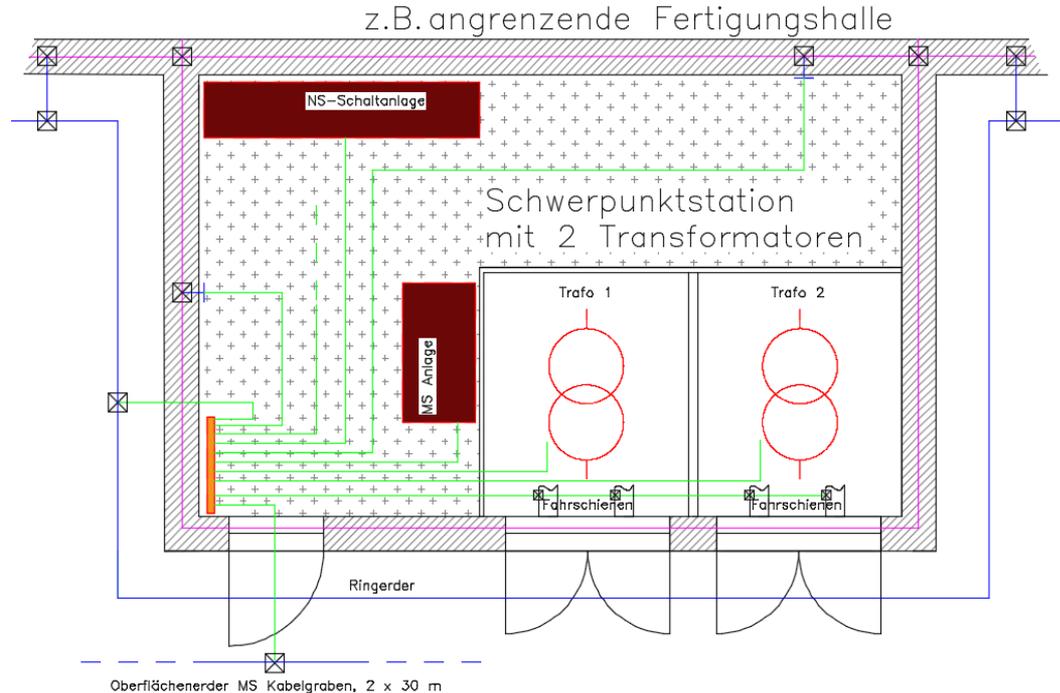
Erdungsmaßnahmen an einer Industrie-Einbaustation gebäudeintegriert

schematische Darstellung
 Potentialausgleichsschiene
 Cu, 40 x 5 mm mit Anschlüssen
 Innenraumerdung entspr.
 DIN VDE 0100-410 und 540
 DIN VDE 0101-1 und 2



- Erdker Kabeltrasse
- Ringerder Gebäude
- Fundamenterder
- Fundamenterder
- PEN Leiter NSHV
- MS-Anlage
- Trafo 1
- Trafo 2
- Fahrschienen
- Türen,
- sonst. Metallbau

- Außenerdung Flachband, 30 x 3,5 mm, V4A
- Funktionspotentialausgleichsleiter Flachband, 30 x 3,5 mm, St/Zn
- Erdungsverbindung, NYT, Querschnitt nach Anlagendaten
- ⊗ Verbindung oder Klemmstelle



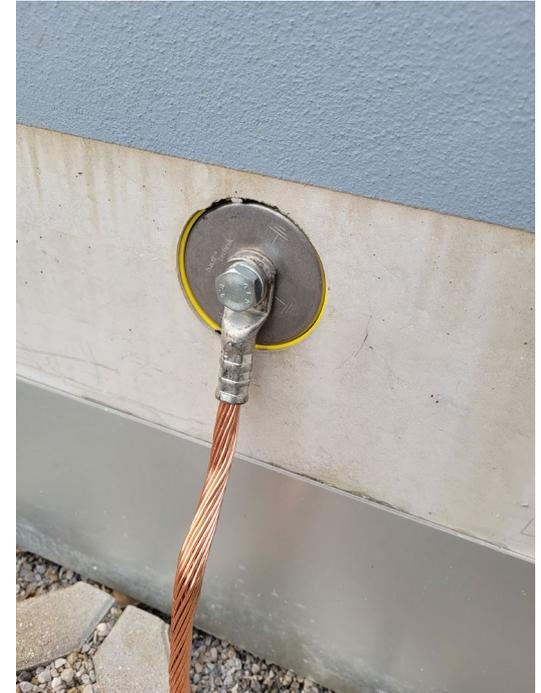
Quelle: Ing.-Büro S. Biebl

Erdungsmaßnahmen an einer Kompaktstation UKL 3119_L (Musteranlage IGEH)

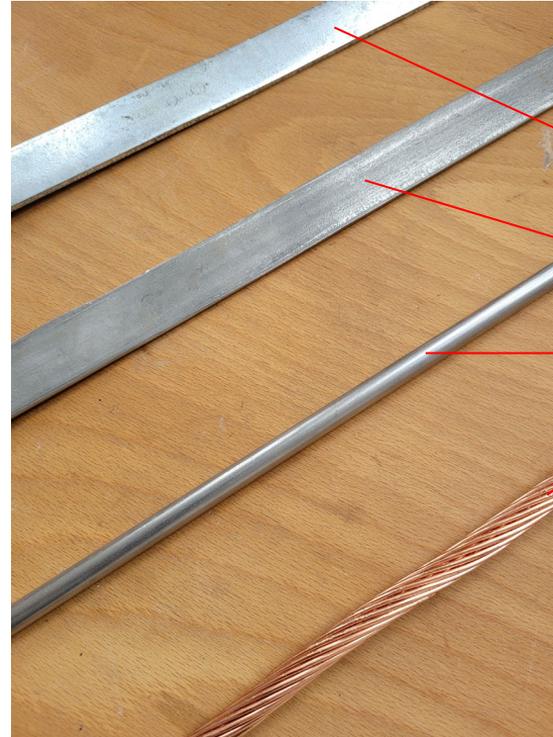
Detail:

Anschluss an Erdungsdurchführung
außen

Verbindungsleitung zu
Potentialsteuer-Ringerder und
Kabelgraben-Oberflächenerder



Stromtragfähigkeit verschiedener Erdungsleiter



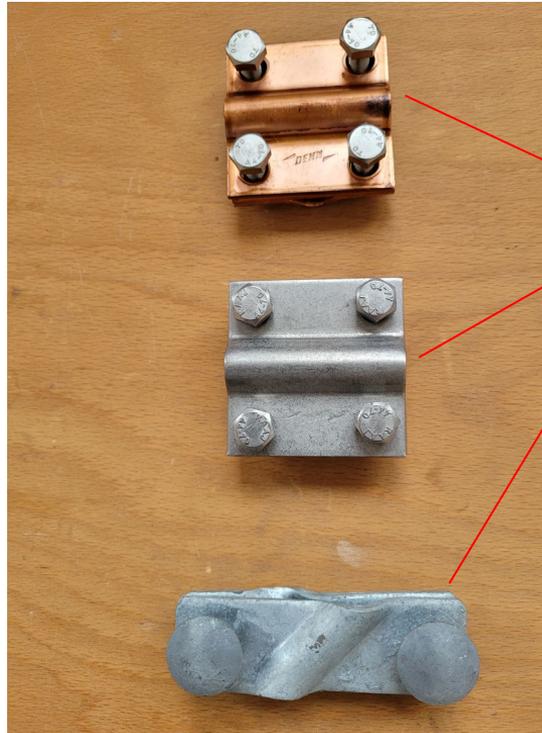
Fl 30 x 3,5 mm, St/Zn: 7,4 kA

Fl 30 x 3,5 mm, V4A: 3,9 kA

Rd 10 mm, V4A: 2,9 kA

Seil, 70 mm², Cu: 13,7 kA

Stromtragfähigkeit verschiedener Klemmen



DEHN 319 207, Cu 29 kA

DEHN 319 209, V4A 7,0 kA

DEHN 308 220, St/Zn 7,3 kA

Stromtragfähigkeit
Erdungsfestpunkt

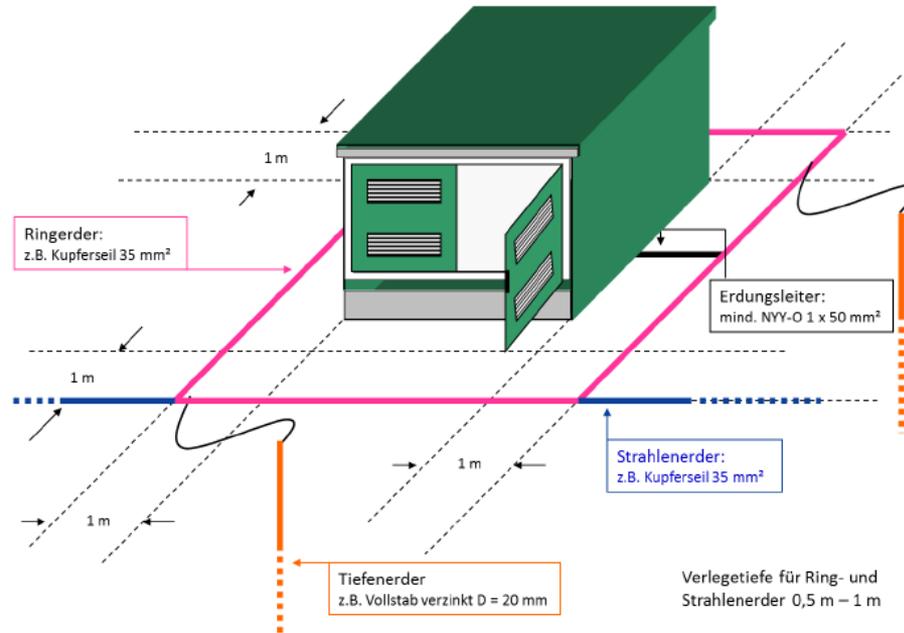
DEHN 478 019 3,9 kA



DEHN 478 149 3,3 kA



Beispiel: LEW Verteilnetz
TAB Mittelspannung
Stationserdung



Quelle: LEW Verteilnetz GmbH, Technische Anschlussbedingungen Mittelspannung, Ausg. 2019-05



Beispiele aus technischen Anschlussbedingungen

	Technische Bedingungen für den Anschluss und Betrieb von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz (TAB Mittelspannung)	Gültig ab: 01.12.2022 Seite: 27 / 119
---	---	--

Um eine Fehlkompensation im Netzbetreiber-Netz zu vermeiden, sind nachträgliche Änderungen im Kundennetz (Netzerweiterungen oder Netzstilllegungen) mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

6.2.4 Erdungsanlage

Da unterschiedliche Netzformen und Sternpunktbehandlungen beim Netzbetreiber vorliegen, ist die Ausführung der Erdungsanlage beim Netzbetreiber zu erfragen.

Für MS-Netze mit RESPE-Sternpunktterdung in Verbindung mit TT- oder TN-geerdeten Niederspannungsnetzen gilt:

erforderlicher Erdungswiderstand RESPE-Netze	Mindestausführung des Erders
2,5 Ohm (5 Ohm) für die Gesamterde Z_E (Klammerwert: Grenzwert, wo es zu betrieblichen Maßnahmen kommt)	1 Steuererder mit 1 m Abstand von der Station 0,5 m tief und 1 Oberflächenerder 60 m



Zusammenfassung

- Im **globalen Erdungssystem** gibt es per normativer Definition keine unzulässig hohen Schritt- und Berührspannungen.
- Im **globalen Erdungsverbund** (Kabelnetze) wird ein messtechnisch nachweisbarer Gesamtausbreitungswiderstand $Z_{Eges} < 2 \Omega$ meist erreicht.
- **Einzelanlagen** können nach Trennung vom globalen Verband gemessen werden und sollen möglichst kleine Ausbreitungswiderstände haben ($R_E = 2 \dots < 10 \Omega$), die zulässigen Höchstwerte sind jeweils zu ermitteln



Einzuhaltende bzw. anzustrebende Messwerte in der Netzpraxis

Kabelstationen:

$R_{E \text{ Station}}$	$\leq 5 \Omega$ als Einzelerde (bzw. siehe Vorgaben jeweils gültige TAB)
$Z_{E \text{ gesamt}}$	in der Regel deutlich kleiner, im globalen Erdungssystem typisch $0,6 \dots 0,9 \Omega$

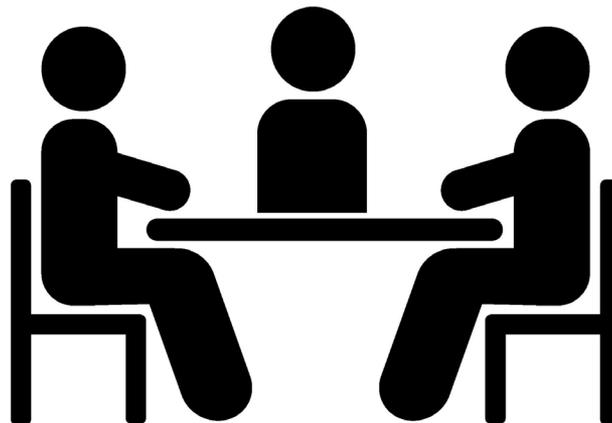
Freileitungsstationen:

$R_{E \text{ Station}}$	$\leq 2 \times U_{TP} / I_E$
typ. Werte	$\leq 2 \Omega$ gelten in der Regel als ausreichend fallweise auch höhere Werte möglich \rightarrow netzabhängige Rechnung

Freileitungs-Schaltermaste:

$R_{E \text{ Mast}}$	$\leq 2 \times U_{TP} / I_{Res}$
typ. Werte	$\leq 2 \Omega$ gelten in der Regel als ausreichend fallweise auch höhere Werte möglich \rightarrow Rechnung

Diskussion





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

www.ib-biebl.de

www.igeh-projekt.de