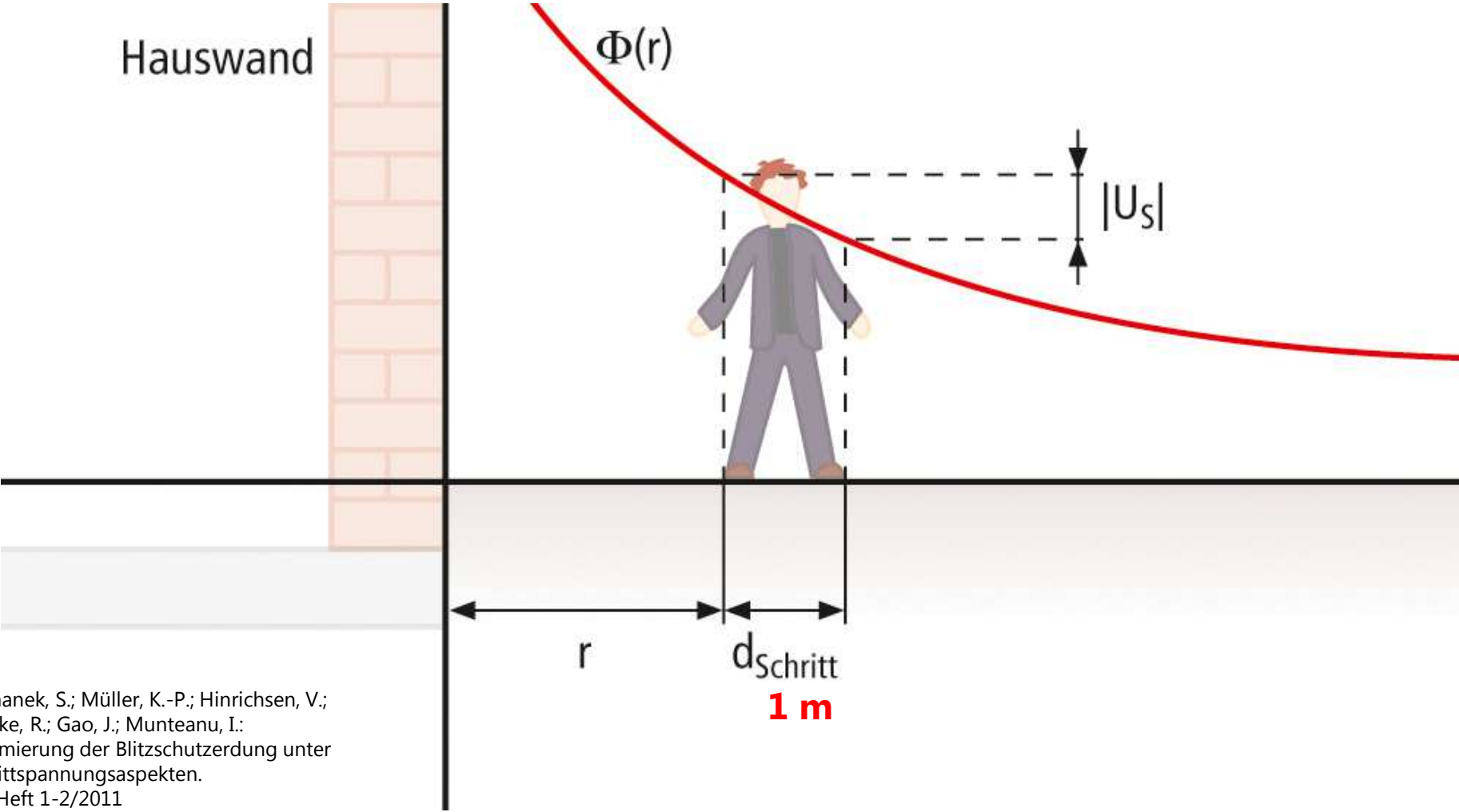


Sicher vor Schritt- und Berührungsspannung

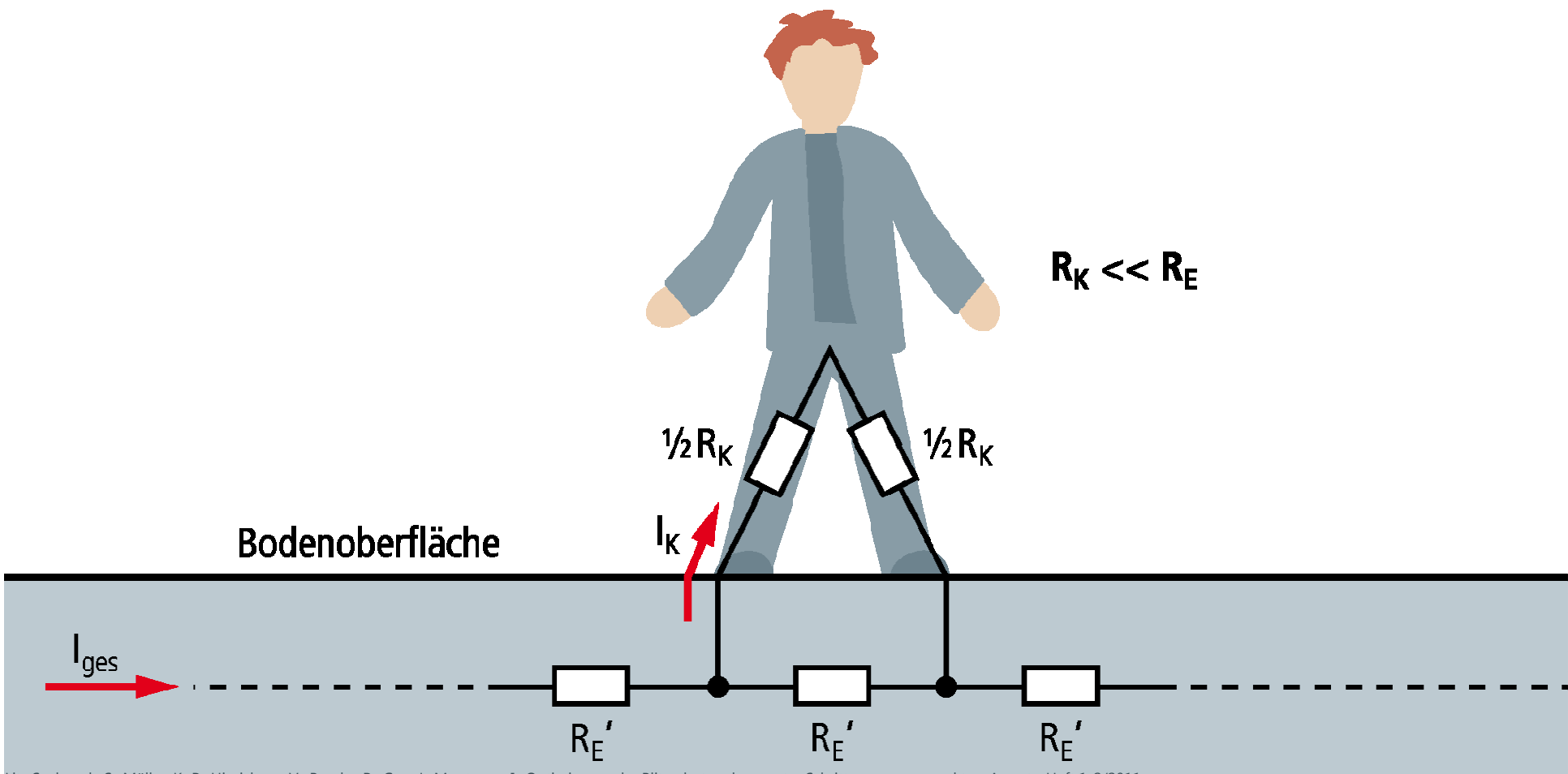


Bezugssystem für die Schrittspannungsangaben



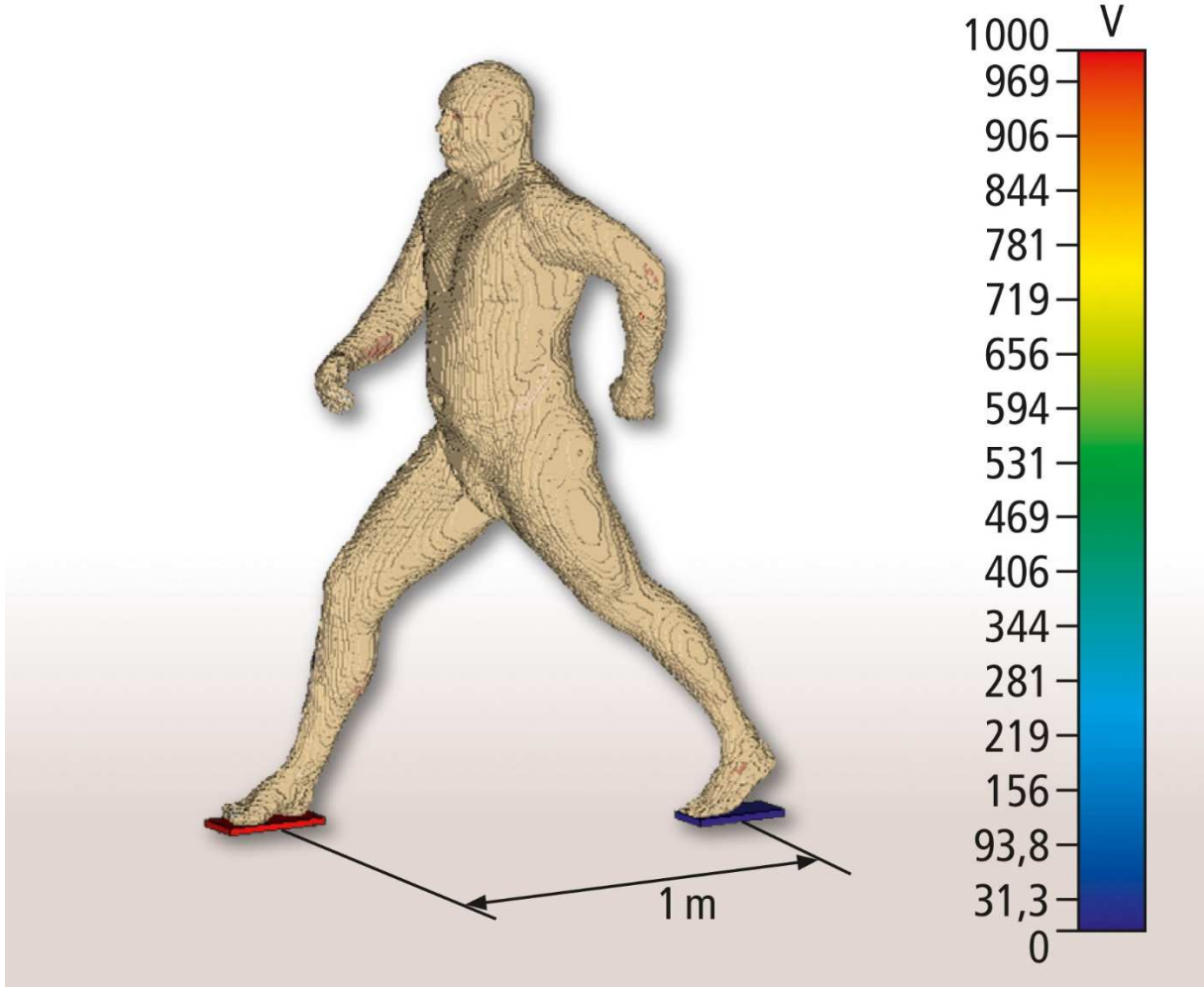
Lit.: Suchanek, S.; Müller, K.-P.; Hinrichsen, V.;
 Brocke, R.; Gao, J.; Munteanu, I.:
 Optimierung der Blitzschutzerdung unter
 Schrittspannungsaspekten.
 etz, Heft 1-2/2011

Belasten der Schrittspannung auf der Bodenoberfläche durch einen Menschen



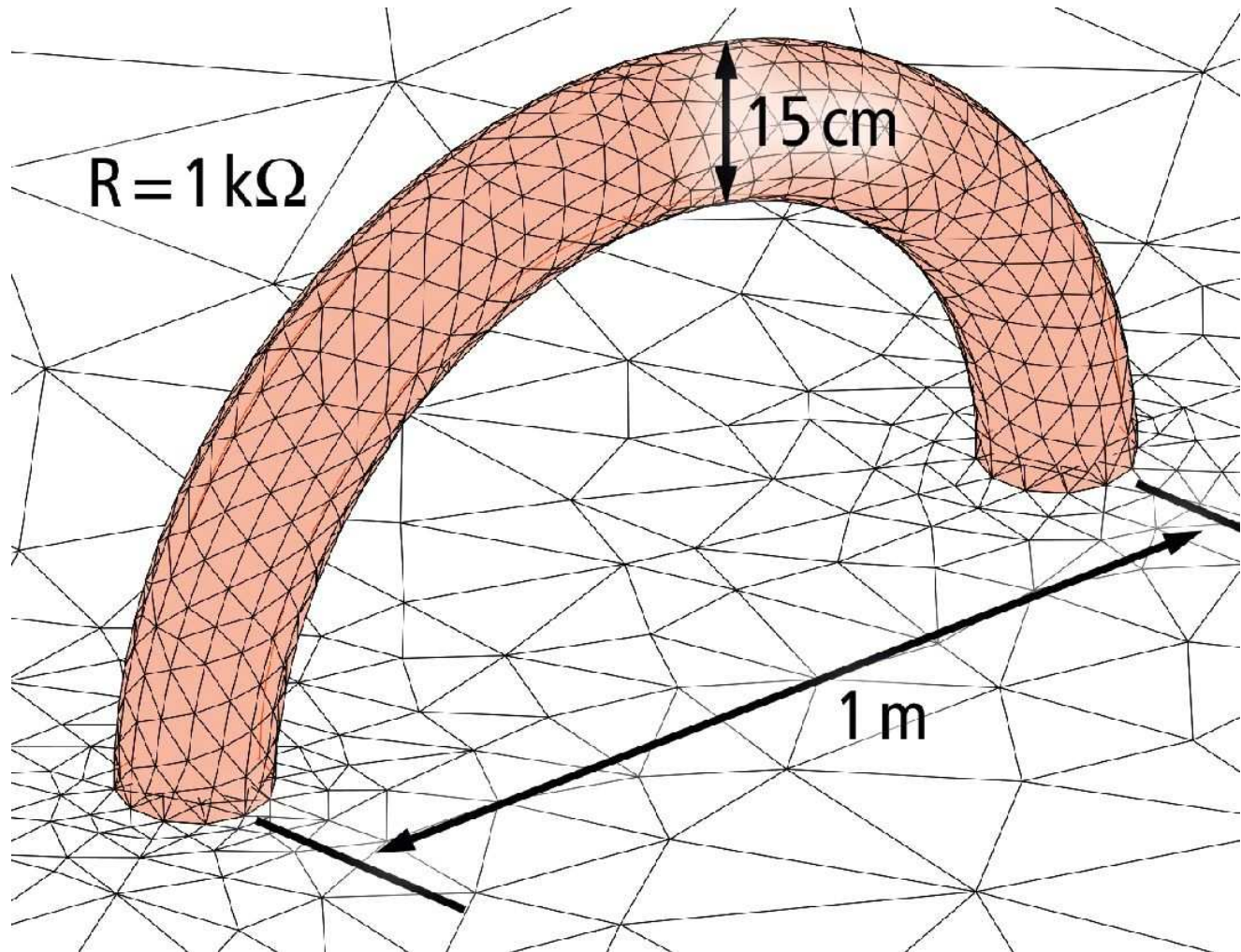
Lit.: Suchanek, S.; Müller, K.-P.; Hinrichsen, V.; Brocke, R.; Gao, J.; Munteanu, I.: Optimierung der Blitzschutzerdung unter Schrittspannungsaspekten. Aus etz, Heft 1-2/2011

Hugo-Modell in Schrittposition mit Kontaktierungsflächen an den Füßen



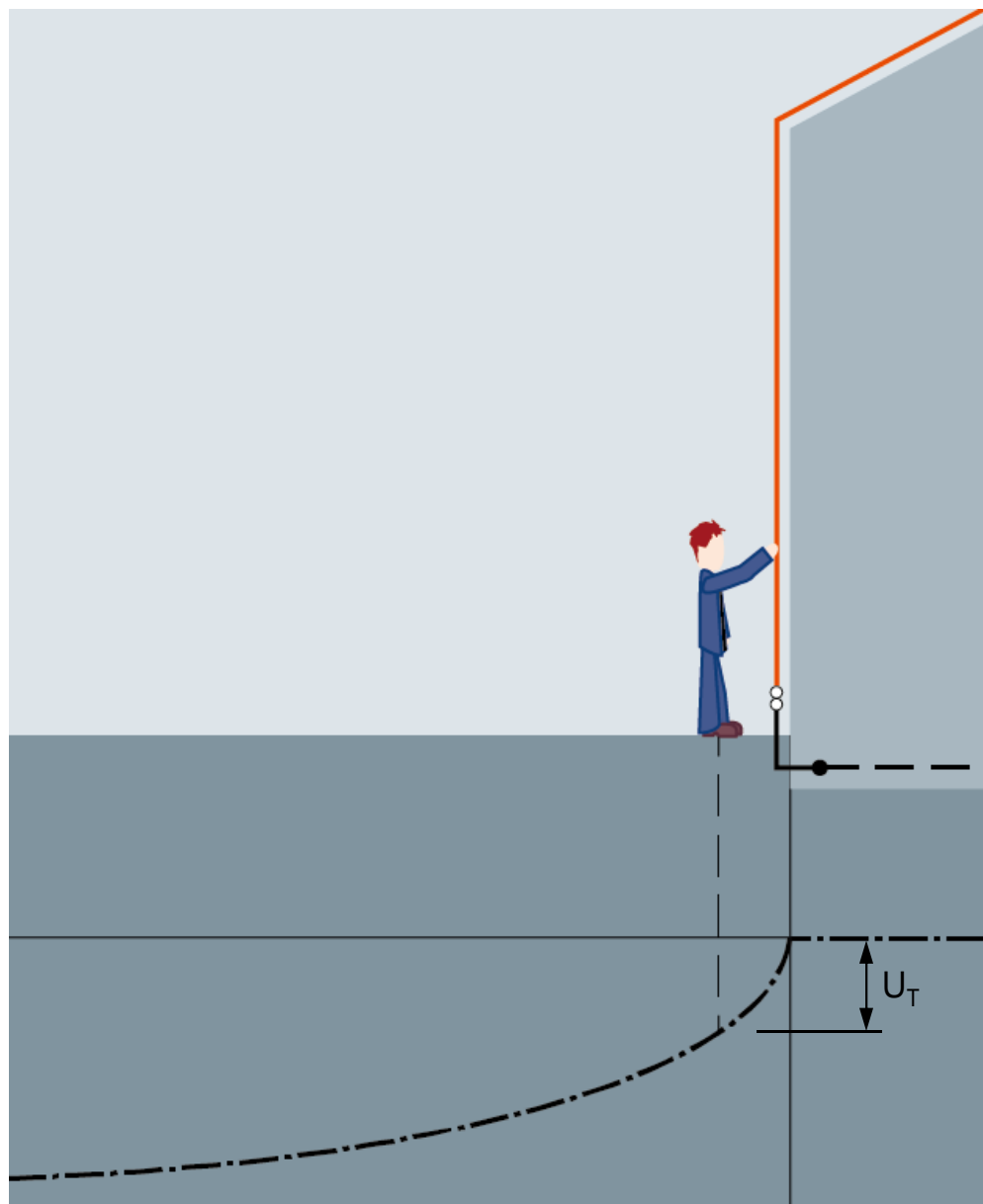
Lit.: Suchanek, S.; Müller, K.-P.; Hinrichsen, V.;
 Brocke, R.; Gao, J.; Munteanu, I.:
 Optimierung der Blitzschutzerdung unter
 Schrittspannungsaspekten.
 etz, Heft 1-2/2011

Vereinfachte Modellierung eines Menschen zur Untersuchung der Rückwirkung auf die Schrittspannung



Lit.: Suchanek, S.; Müller, K.-P.; Hinrichsen, V.;
Brocke, R.; Gao, J.; Munteanu, I.:
Optimierung der Blitzschutzterdung unter
Schrittspannungsaspekten.
etz, Heft 1-2/2011

Technik-Treff 2018



Prinzipdarstellung Berührungsspannung U_T

Schritt- und Berührungsspannung

Schutzhütten



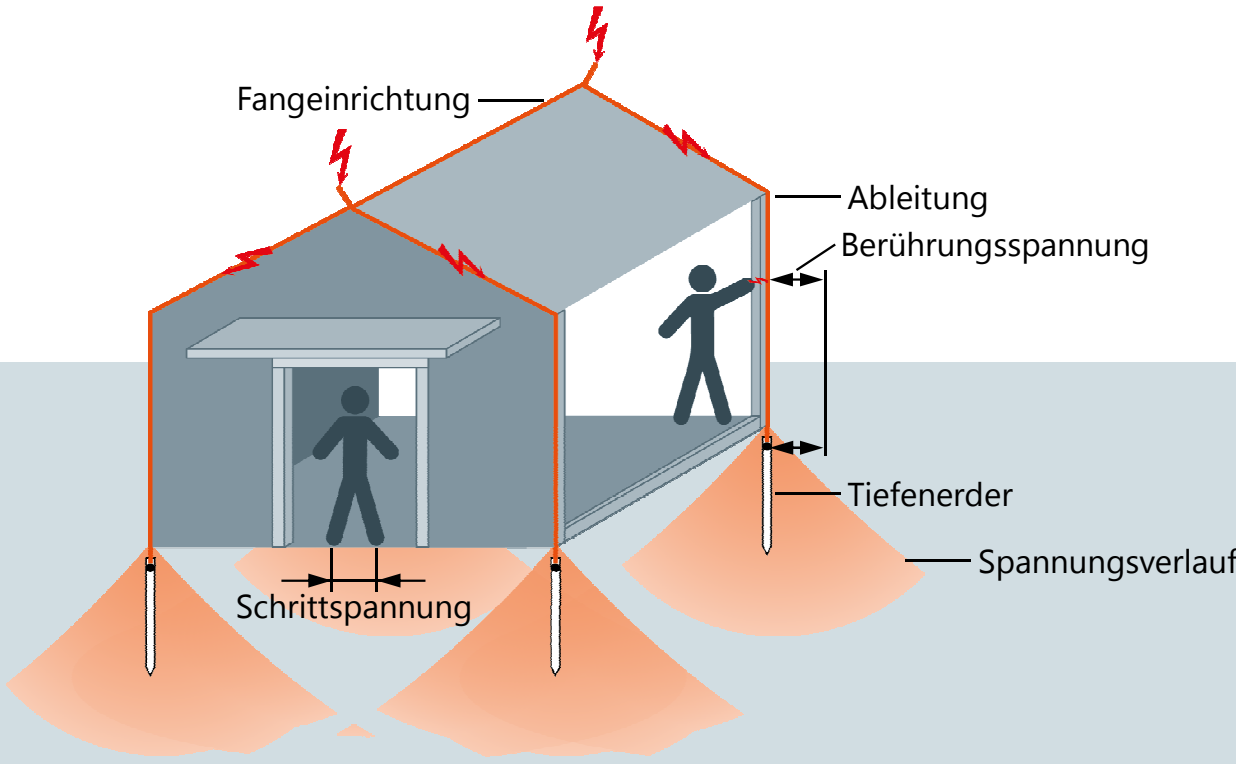
© DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Schutzhütte – Gebäude mit kleiner Grundfläche

- Bauliche Anlagen wie z. B. Hütten, Unterstände, Wartehäuschen, die zum Schutz vor Wind und Regen aufgestellt werden.
- Personen sollen bei Gewitter bzw. Gewittergefahr die Schutzhütten zur Vermeidung von Blitzunfällen aufsuchen und im Inneren Schutz vor den Auswirkungen von Blitzen finden.
- Dafür sind Schutzhütten mit einem dauerhaft wirksamen Blitzschutzsystem auszurüsten, welches an die jeweiligen baulichen Gegebenheiten anzupassen ist.
- Der Schutzraum ohne schädliche Auswirkungen von Blitzschlägen umfasst in der Regel das Innere von Schutzhütten und den Eingangsbereich unterhalb des Dachs.
Personen außerhalb der Schutzhütte sind nicht geschützt!
- Verkehrssicherungspflicht des Betreibers

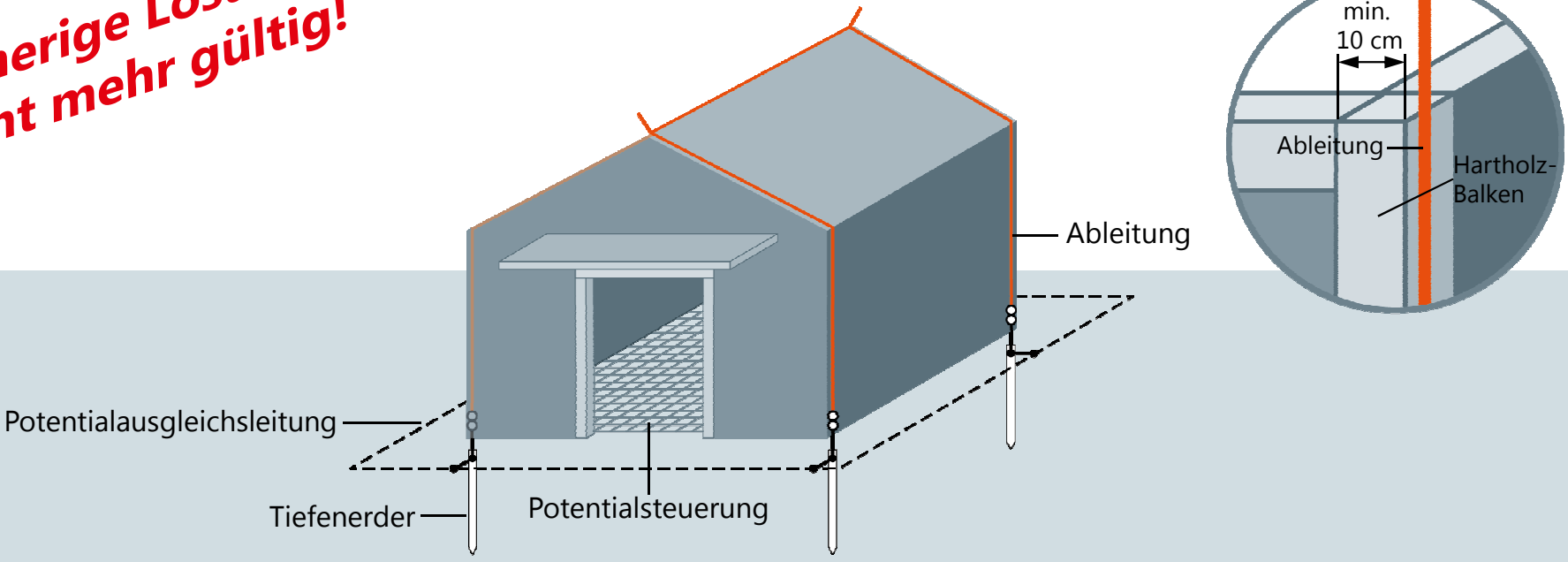


Gefährdung durch Schritt- und Berührungsspannung



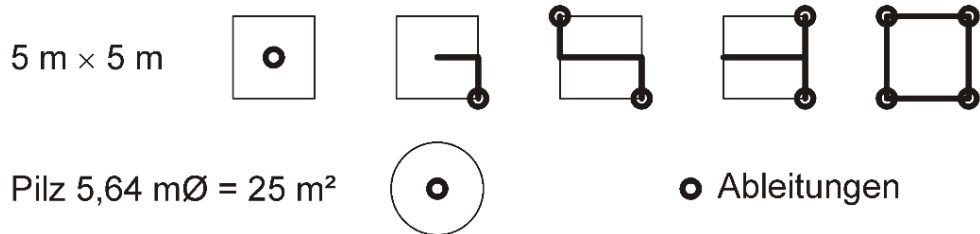
Verlegung der Ableitung an den Eckbalken zur Einhaltung des Trennungsabstandes

**Bisherige Lösung -
nicht mehr gültig!**

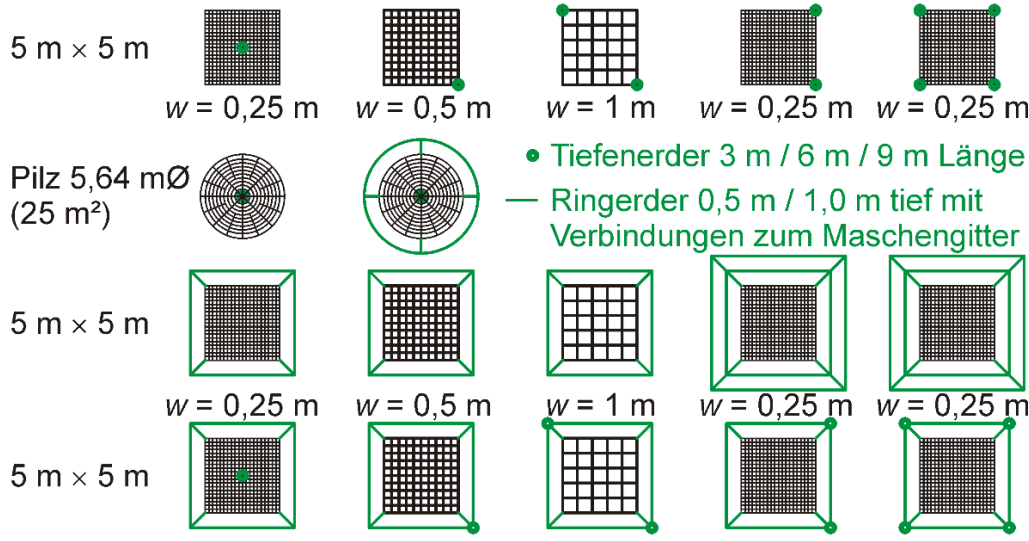


Untersuchungsergebnisse ABB TA; Prof. Rock TU Ilmenau

Aufgabenstellung



- SK III – Blitzstrom **100 kA** 10/350 µs – 25 kHz
- zulässiger Schrittspannungsscheitelwert **25 kV**
- Schrittweite $s = 1$ m (**belastete** Schrittspannung)



- Verlegetiefe $t = 25 / 10$ cm
- Spez. Erdwiderstand
 $\rho_E = 1000 / 2000 \Omega \cdot m$ /
 Schichtaufbau $\rho_{E,o} \gg \rho_{E,u}$
- Maschenweite
 - $w = 0,25$ m × 0,25 m
 - $w = 0,50$ m × 0,50 m
 - $w = 1,00$ m × 1,00 m
- Tiefenerder (TE) Länge
 $l_{TE} = 3$ m / 6 m / 9 m
- Ringerder (RE)
 - kein RE
 - 1 RE 0,5 m tief
 - 2 RE 0,5 m tief
 - 2 RE 0,5 m + 1 m tief

Untersuchungsergebnisse ABB TA; Prof. Rock TU Ilmenau

Beispiel: 1

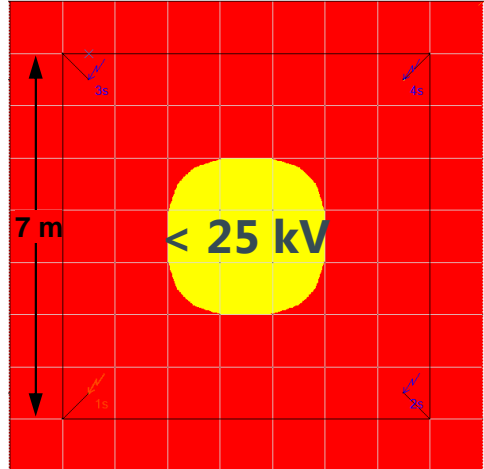
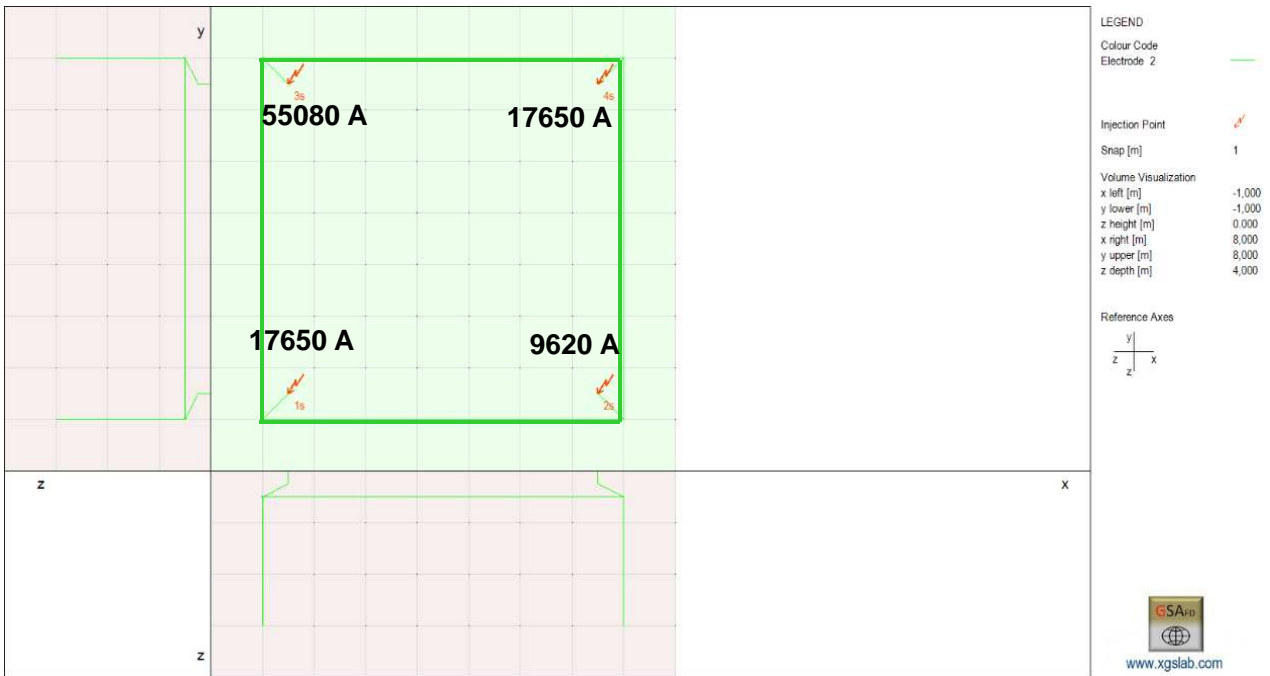
Kein Maschengitter,

1 Ringerder 7 m × 7 m 0,5 m tief

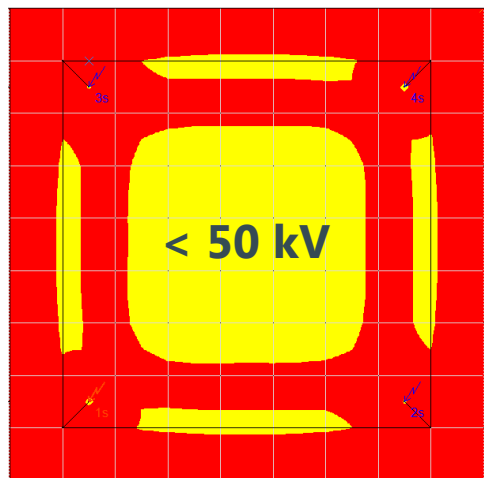
4 Tiefenerder $l_{TE} = 2,5$ m in Ecken des Ringerders, $\rho_E = 1000 \Omega \cdot m$

Einspeisung über 4 Ableitungen entsprechend bei Eckeinschlag 100 kA

Berechnung im Frequenzbereich mit äquivalenter Frequenz 25 kHz



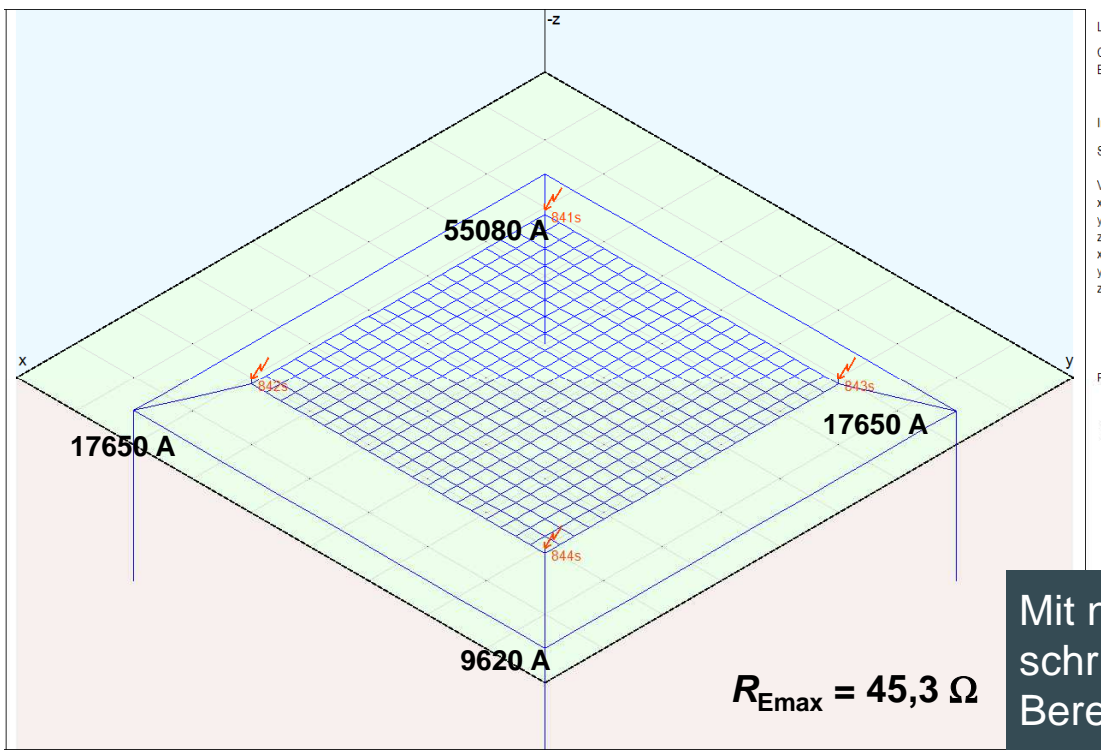
schrittspannungssicherer Bereich



Untersuchungsergebnisse ABB TA; Prof. Rock TU Ilmenau

Beispiel: 2b

Maschengitter 5 m × 5 m, $w = 25$ cm, $t = 25$ cm,
 1 Ringerder 7 m × 7 m 0,5 m tief
 4 Tiefenerder $l_{TE} = 2,5$ m in Ecken des Ringerders, $\rho_E = 1000 \Omega \cdot m$
 Einspeisung über 4 Ableitungen entsprechend bei Eckeinschlag 100 kA
 Berechnung im Frequenzbereich mit äquivalenter Frequenz 25 kHz

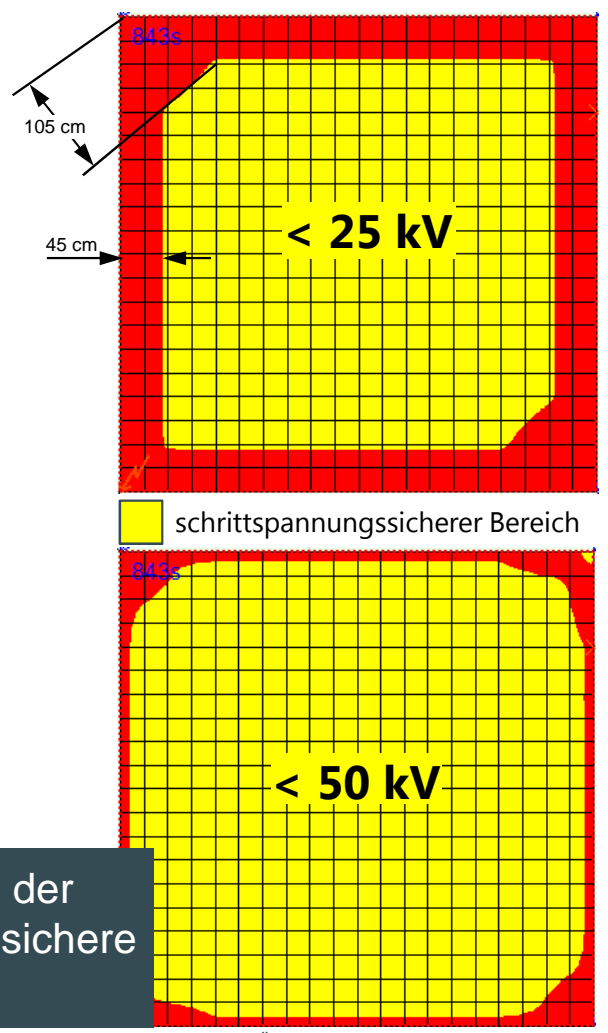


LEGEND

Colour Code	
Electrode 1	—
Injection Point	↗
Snap [m]	1
Volume Visualization	
x left [m]	-1,000
y lower [m]	-1,000
z height [m]	0,000
x right [m]	8,000
y upper [m]	8,000
z depth [m]	4,000
Reference Axes	

$R_{E_{max}} = 45,3 \Omega$

Mit nur 2 TE wird der schrittspannungssichere Bereich kleiner

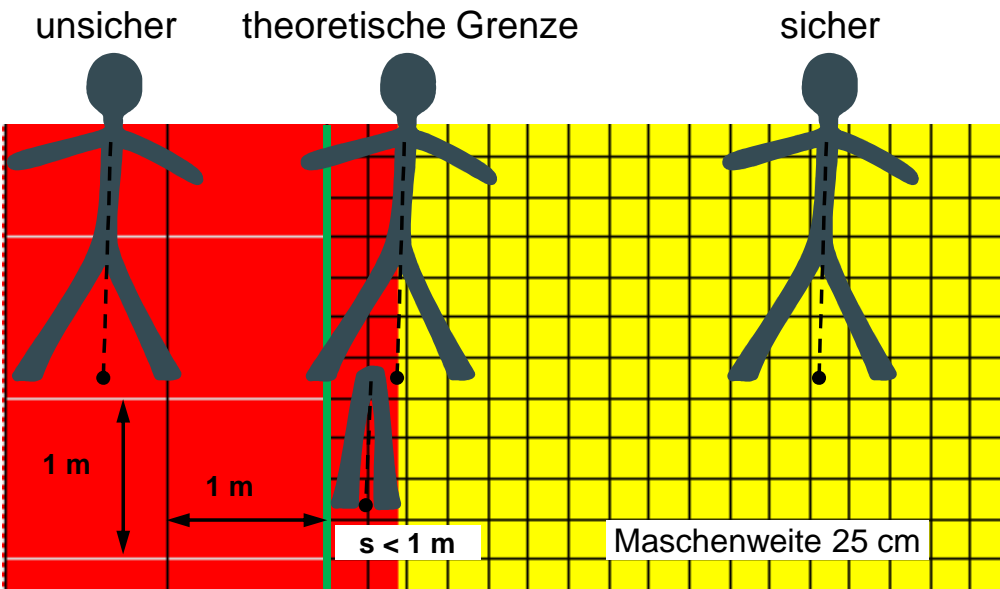


Untersuchungsergebnisse ABB TA; Prof. Rock TU Ilmenau

Schrittspannungssichere Bereiche

Schrittspannungen für alle Punkte auf Bodenfläche so bestimmt, als ob sich die Mittenachse einer Person am betrachten Punkt befindet und deren Füße $\pm 0,5$ m vom Punkt entfernt sind. Eine Person, deren Mitte sich unmittelbar auf der Grenze vom gelben zum roten Bereich befindet, ist gerade noch sicher gegen Schrittspannung.

Praktisch sind **sichere Bodenflächen mit Abständen zur Berandung des geschützten Bereichs kleiner als 0,5 m schrittspannungssicher**: Eine Person kann nicht mit vollem Schritt in dieser Fläche stehen, weil die Wände oder die Begrenzung der Schutzhütte dies verhindern. Personen sollen mit beiden Füßen im zu schützenden Bereich stehen.



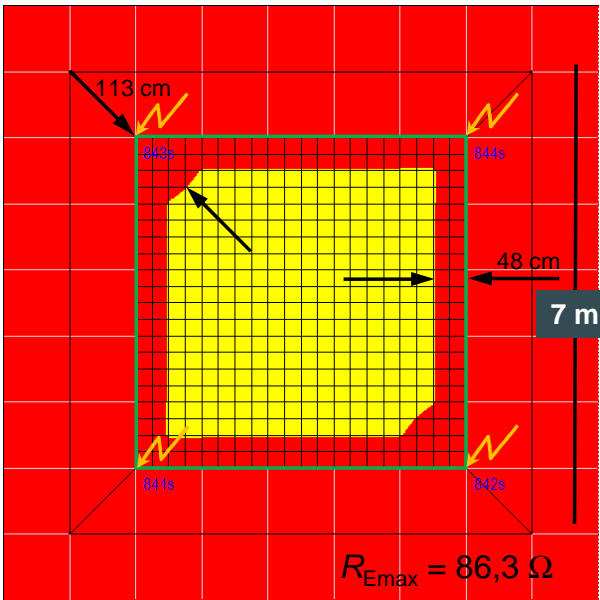
Schrittspannungssichere Bereiche **gelb**

zu schützende Fläche **grün** umrandet

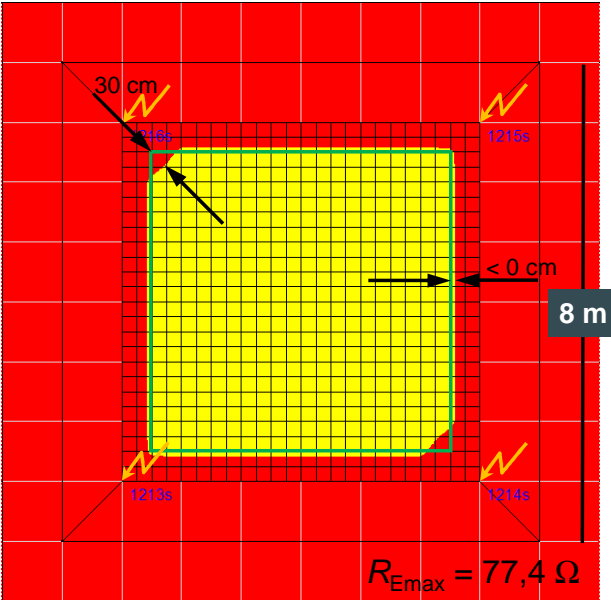
normative **Schrittweite**
 von Person $s = 1 \text{ m} = \pm 0,5 \text{ m}$

Untersuchungsergebnisse ABB TA; Prof. Rock TU Ilmenau Vergleich zur Ausführung mit vergrößertem Maschengitter

G 5 m × 5 m, w = 25 cm, t = 25 cm
 d = 3 mm, RE 7 m × 7 m 0,5 m tief 4 TE
 $l_{TE} = 2,5 \text{ m E}$, $\rho_E = 2000 \Omega \cdot \text{m}$



G 6 m × 6 m, w = 25 cm, t = 25 cm
 d = 3 mm, RE 8 m × 8 m 0,5 m tief 4 TE
 $l_{TE} = 2,5 \text{ m E}$, $\rho_E = 2000 \Omega \cdot \text{m}$



schrittspannungssicherer Bereich

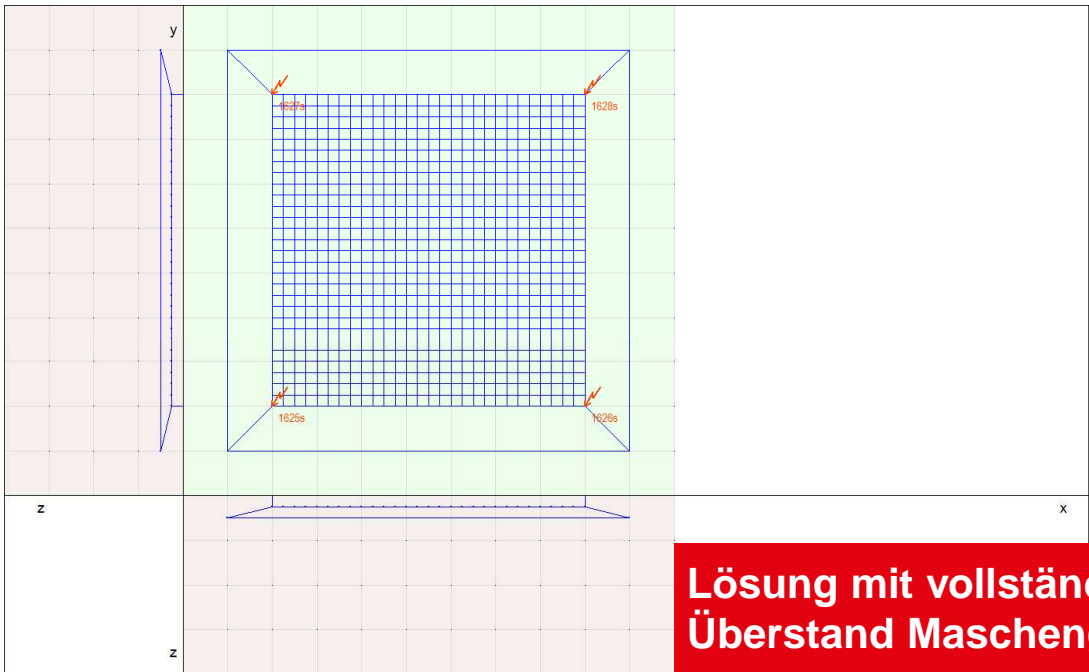
zu schützende Fläche jeweils 5 m × 5 m grün umrandet

- Vergrößerung der Maschengitterfläche über geschützten Bereich hinaus: in der Regel entsteht vollständig schrittspannungssicherer geschützter Bereich
- Vergrößerte Maschengitter: Mehraufwand bei Erstellung und Materialeinsatz
- Maschenüberstand von 0,5 m, nicht ausreichend

Untersuchungsergebnisse ABB TA; Prof. Rock TU Ilmenau Maschengitter mit 1 m Überstand

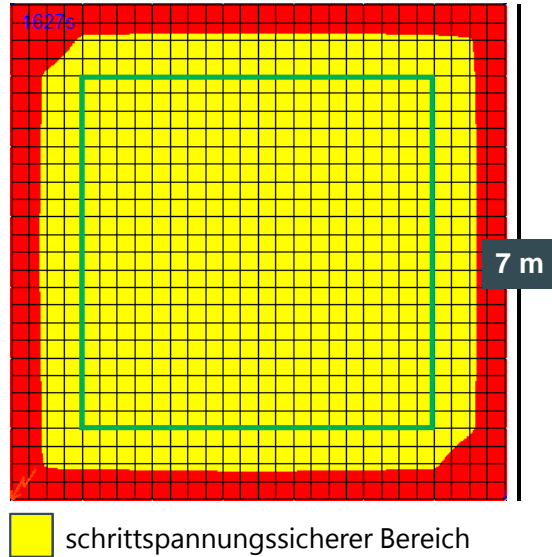
Maschengitter 7 m × 7 m mit geschütztem Bereich von 5 m × 5 m, w = 25 cm, t = 25 cm, d1 = 3 mm mit galvanischer Verbindung zu Ringerder, Ringerder 9 m × 9 m 0,5 m tief, keine Tiefenerder, Einspeisung von Strömen 55080 A, 17650 A, 17650 A und 9620 A an den Ecken des Maschengitters, $\rho_E = 1000 \Omega \cdot m$

Alternativ: kein Ringerder,
4 Tiefenerder mit $\ell_{TE} = 2,5 m$ in den Ecken.
schrittspannungssicherer Bereich kleiner, aber noch voll ausreichend.
Bei spez. Bodenwiderstand $\rho_E = 2000 \Omega \cdot m$
Maschengitter immer noch voll schrittspannungssicher



LEGENDE

Farbcode	—
Elektrode 1	—
Einspeisepunkt	↙
Ausschnitt [m]	1
Volumenvisualisierung	
x linke [m]	-1,000
y untere [m]	-1,000
z obere [m]	0,000
x rechte [m]	10,00
y obere [m]	10,00
z tiefe [m]	4,000
Bezugsachsen	



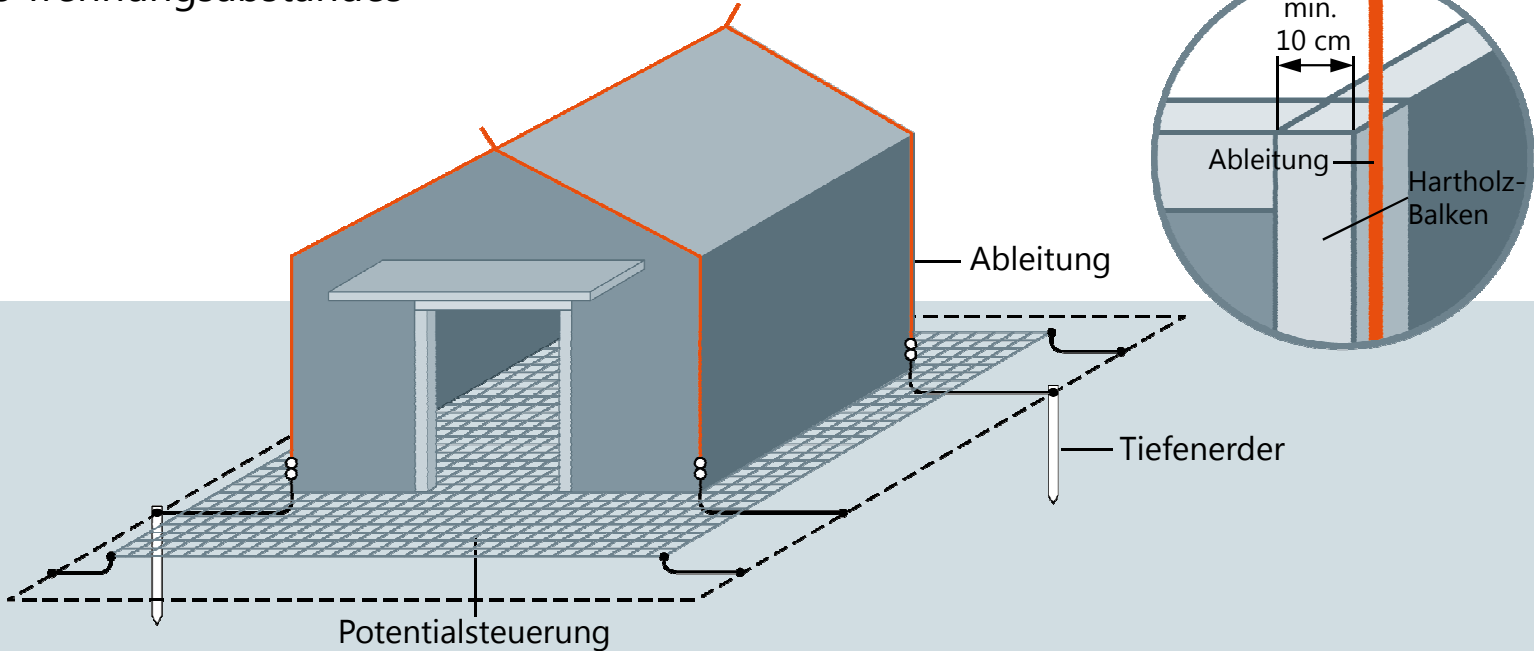
**Lösung mit vollständigem schrittspannungssicheren Bereich
Überstand Maschengitter 1 m**

Vermeidung von Berührungsspannung in Hütten in Holzbauf orm

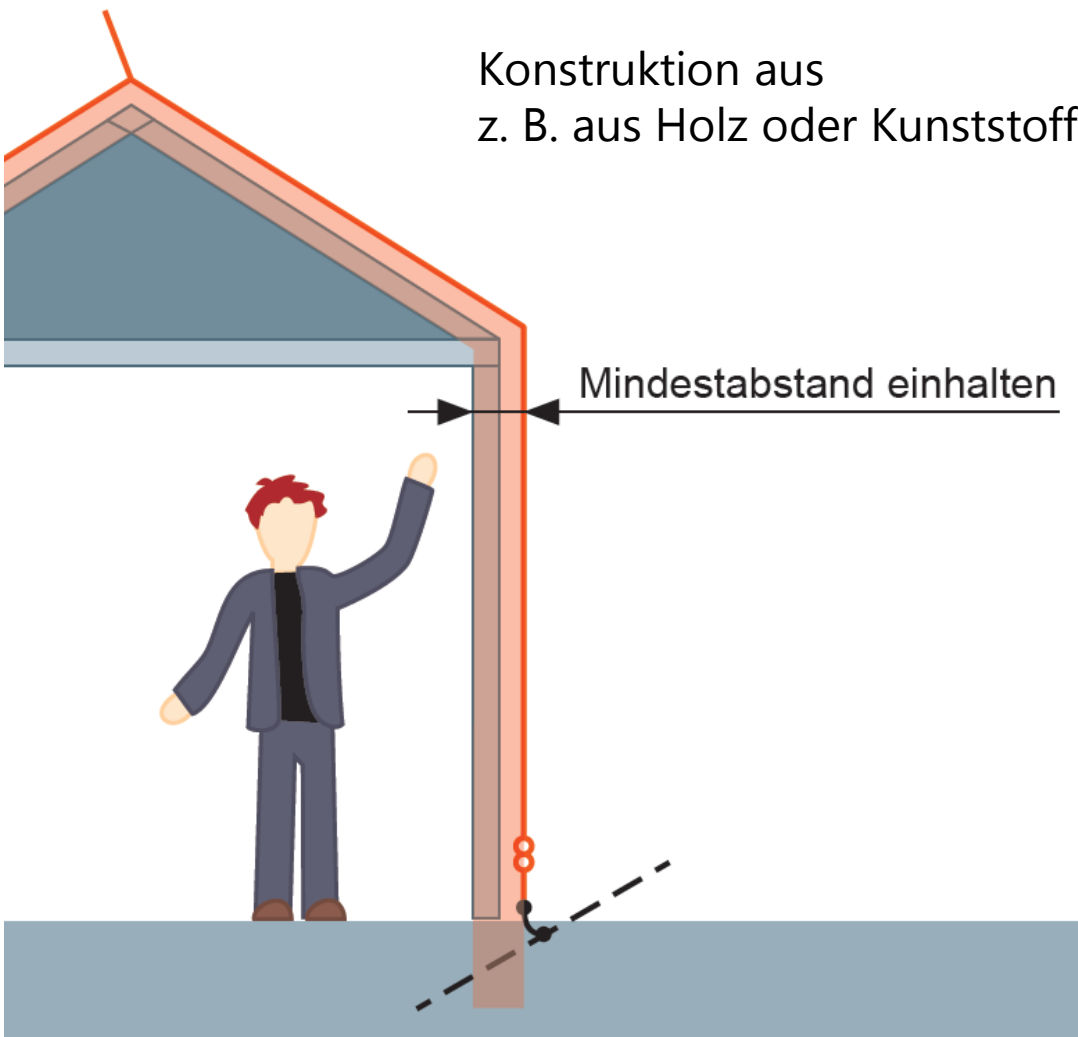
Aktuelle Lösung!



Verlegung der Ableitung an den Eckbalken zur Einhaltung des Trennungsabstandes



Mindestabstand zwischen allen Teilen des Blitzschutzsystems und Personen im Schutzraum



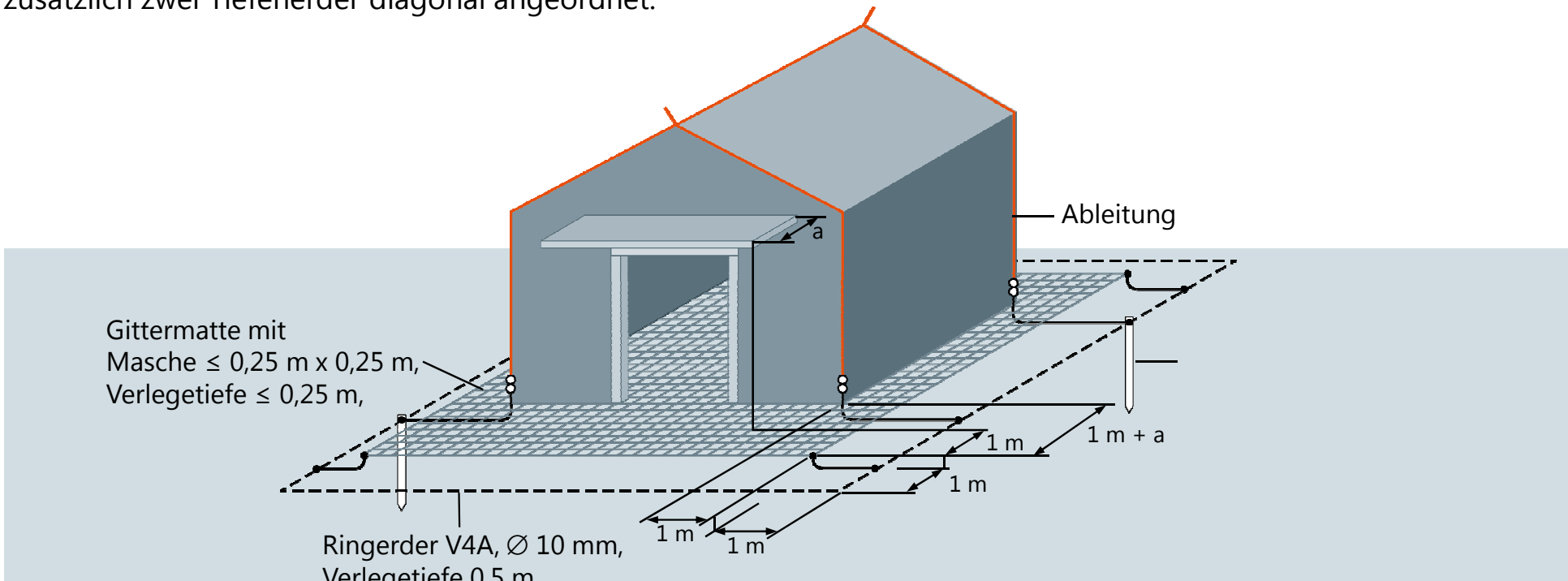
- Mindestabstand für feste Baustoffe
- bei 1 Ableitung: 25 cm
 - bei 2 Ableitungen: 15 cm
 - bei 3 Ableitungen: 10 cm

Vermeidung von Schrittspannungen durch Potentialsteuerung

Aktuelle Lösung!

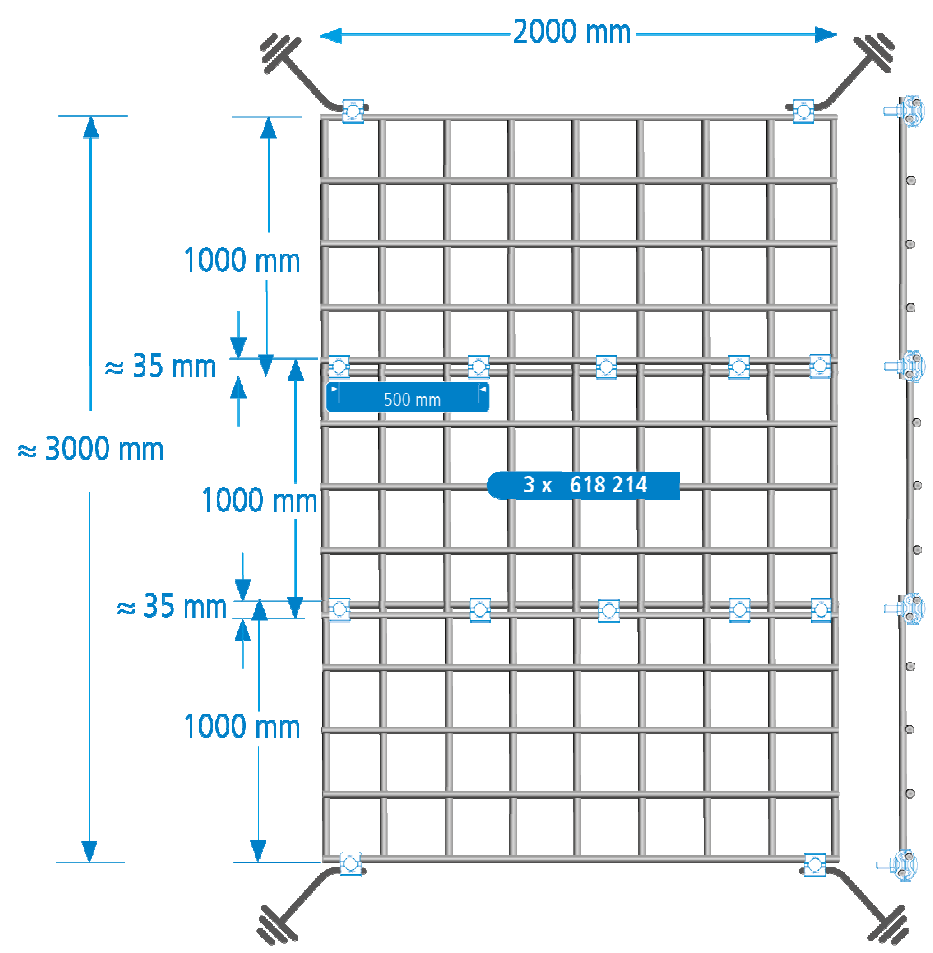
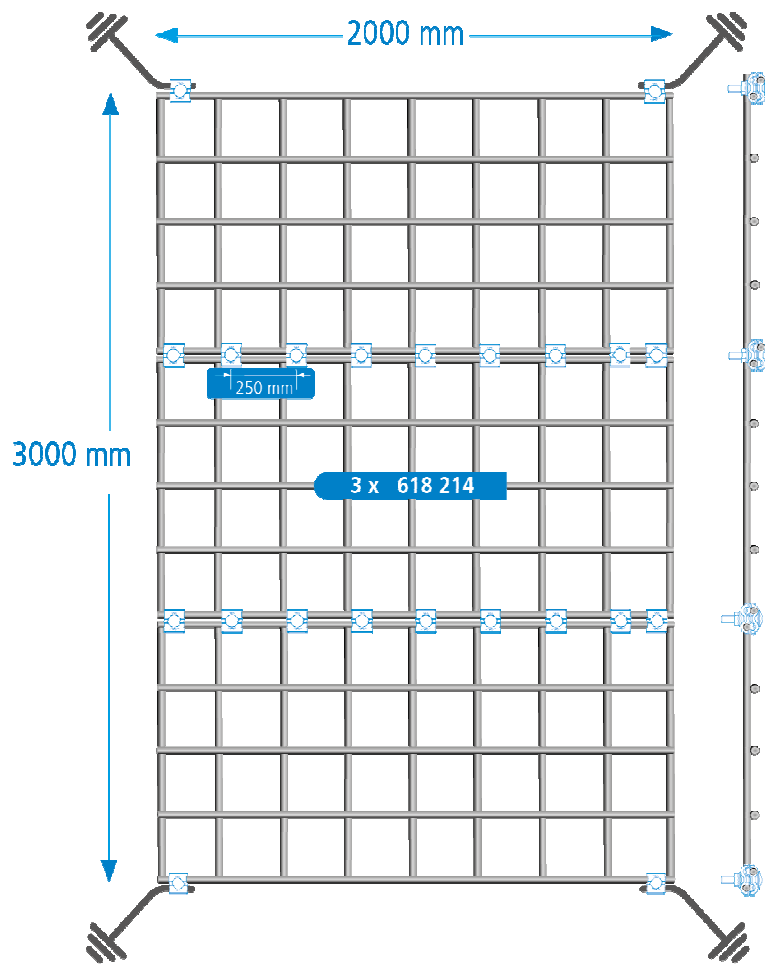


Empfehlung bei Grundflächen $\leq 78,5 \text{ m}^2$:
zusätzlich zwei Tiefenerder diagonal angeordnet.



Bei Grundflächen $> 78,5 \text{ m}^2$:
Bei jeder Ableitung sollte ein Tiefenerder installiert werden.
Es wird ein Erdungswiderstand kleiner 10Ω empfohlen.
Grundlage ist ein max. spezifischer Erdwiderstand von $2000 \Omega \text{ m}$.

Potentialausgleich Klemmenverbindung der Gittermatten



Lit.: Montageanleitung 1981 / 02.17
Technik-Treff 2018



Potentialsteuerung zur Reduzierung der auftretenden Schrittspannung



Potentialsteuerung zur Reduzierung der auftretenden Schrittspannung



Potentialsteuerung zur Reduzierung der auftretenden Schrittspannung

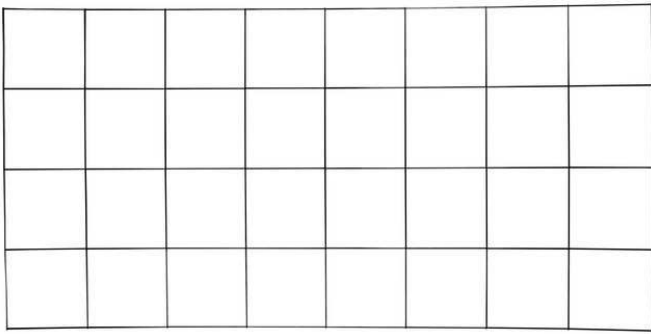
Quelle: VDE/ABB Merkblatt Blitzschutz von Schutzhütten
Technik-Treff 2018

Gittermatte zum Schutz vor Schrittspannung

Gittermatte

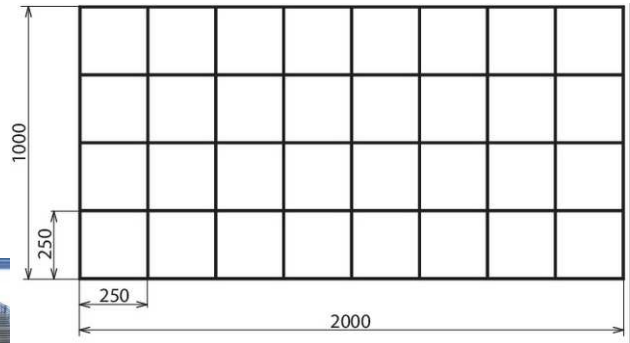
Typ GMA 250 2000X1000X4 V4A

- Gittermatten werden auf Einwegpaletten angeliefert (2050 x 1050 mm)
- Gitterstäbe verschweißt
- Matten entsprechend normativer Forderung nach DIN VDE 0151 gebeizt und passiviert



Technische Daten

Werkstoff	NIRO (V4A)
Maschengröße	250 x 250 mm
Stabdurchmesser	4 mm
Abmessung (l x b)	2000 x 1000 mm
Art.-Nr.	618 214



Potentialausgleich Verbindungsklemme für Gittermatten

Verbindungsklemme

Typ UEK 8.10 AQ3/4 50 M8 V4A

Verbindungsklemme zum Verbinden von Gittermatten bzw. zum Anschließen von Gittermatten an Erdungssysteme



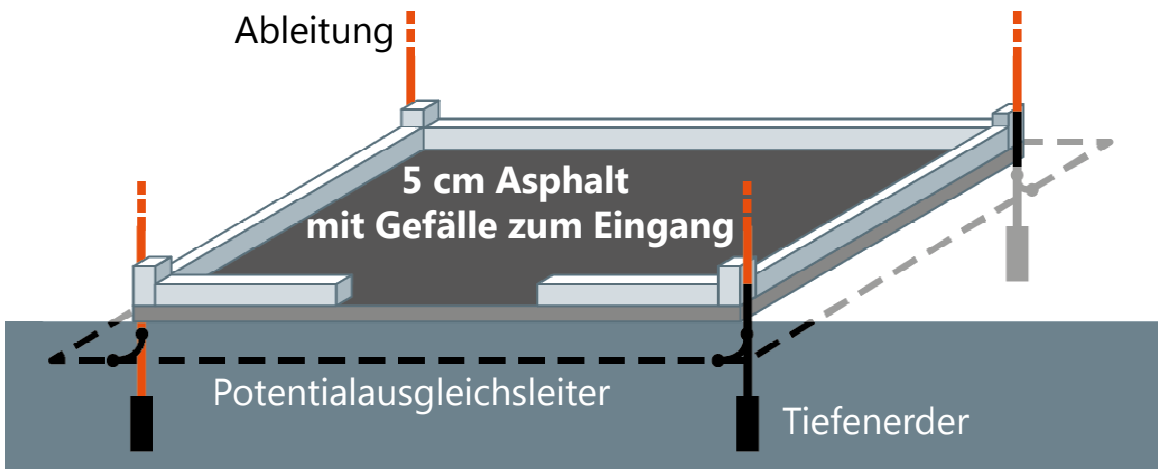
Technische Daten

Werkstoff	NIRO (V4A)
Klemmbereich	Rd / Rd Rd / Rd
	8-10 / 3-4 mm 3-4 / 3-4 mm
Schraube Rundkopf	M8 x 40 mm
Blitzstromtragfähigkeit	25 kA (50 kA) (10/350 µs)
Art.-Nr.	540 270

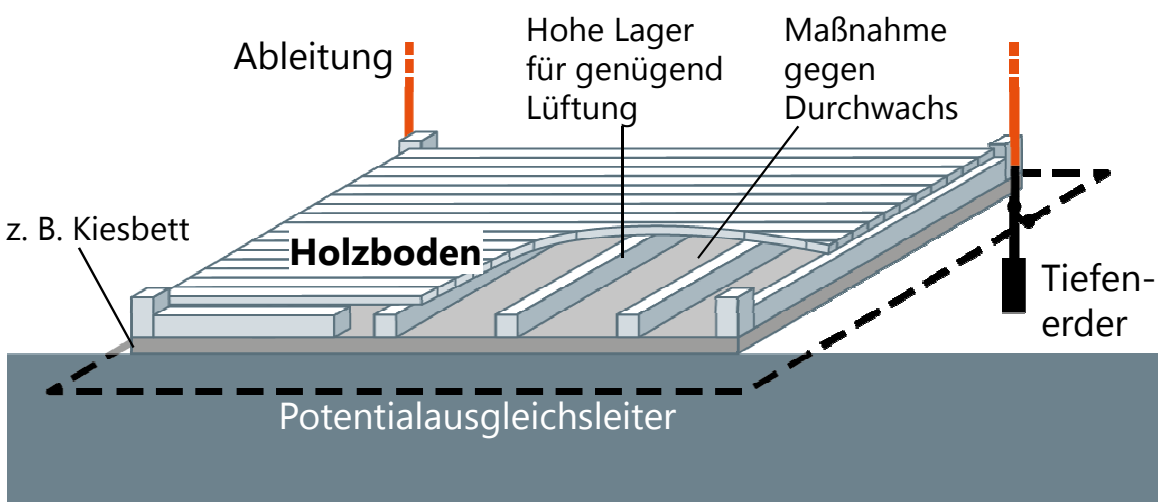
Hinweis:

Klemmen sind bei Stoßanordnung der Matten im Abstand von 250 mm zu montieren, bei Überlappung im Abstand von 500 mm.

Isolierung der Standfläche



Isolierung der Standfläche durch Asphalt

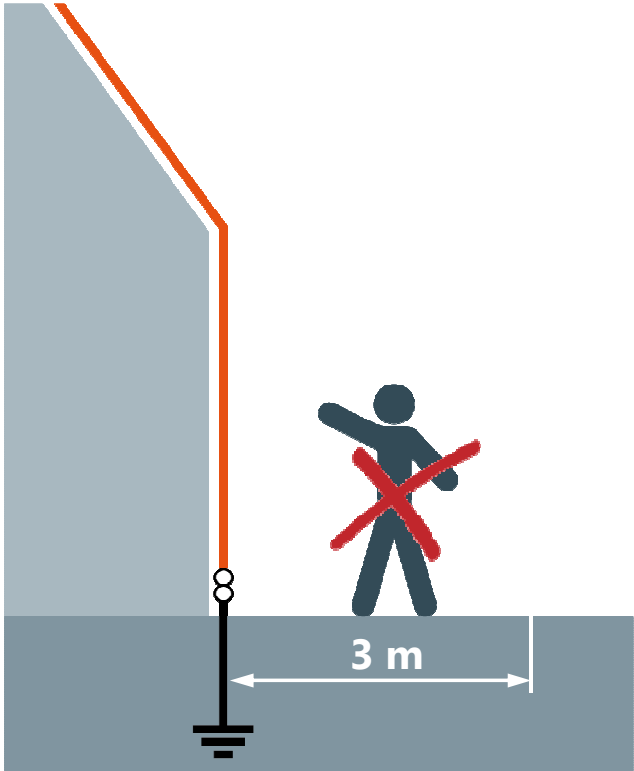


Isolierung der Standfläche durch Holzboden, Aufbau ≥ 10 cm

Schutzmaßnahmen gegen Berührungs- und Schrittspannungen

Keine Lebensgefahr besteht wenn...

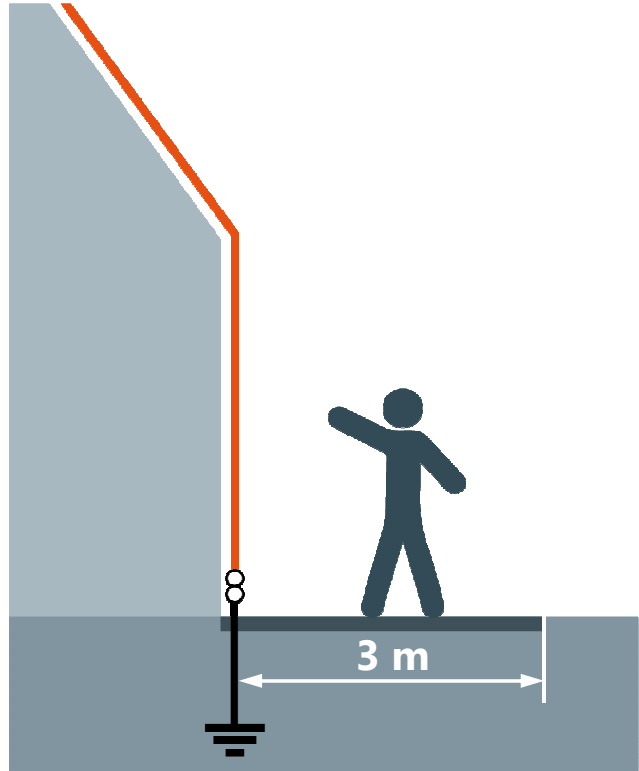
... Personen im Umkreis von drei Metern von der Ableitung entfernt sind.



... ein System von mindestens zehn natürlichen Ableitungen, die 5.3.5 entsprechen, vorhanden ist.

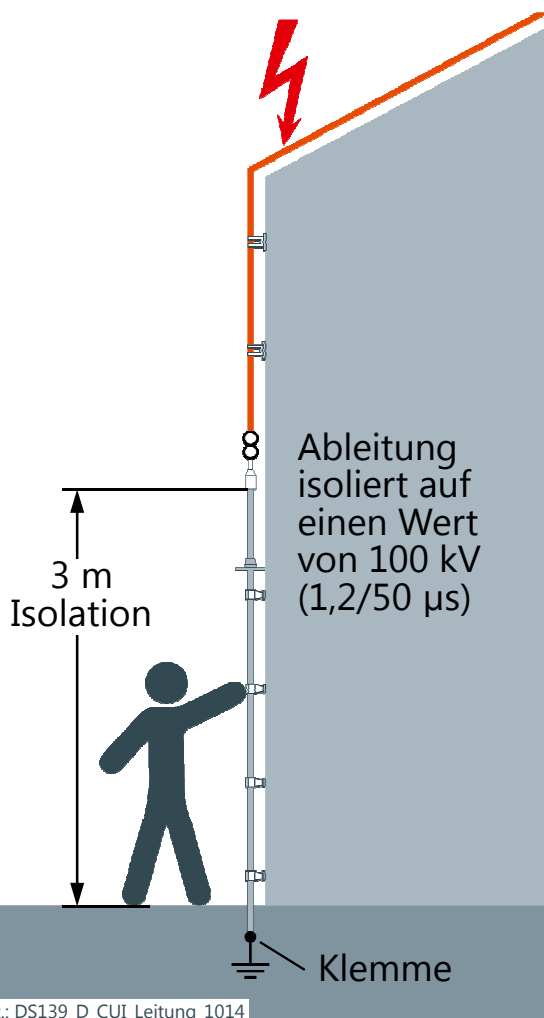
Nationale Anmerkung:
 Die Berechtigung dieser Aussage kann von den Experten des K 251 nicht nachvollzogen werden. Anwenden dieser Norm wird daher empfohlen, diese Maßnahme zur Vermeidung von Schritt- bzw. Berührungsspannungen nicht anzuwenden und nach anderen Lösungen zu suchen!
 (DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2011-10, Erläuterung zu 8.1 und 8.2)

... der Übergangswiderstand der oberflächlichen Bodenschicht $\geq 100 \text{ k}\Omega$ ist.



Lit.: DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2011-10; Abs. 8.1
 Technik-Treff 2018

Schutz vor Berührungsspannung – CUI-Leitung



Wenn keine dieser Bedingungen erfüllt ist, müssen folgende Schutzmaßnahmen zur Vermeidung der Verletzung von Personen infolge von Berührungsspannungen ergriffen werden:

- Aufbringen einer mindestens 3 mm starken Isolierung aus vernetztem Polyethylen mit einer Stoßspannungsfestigkeit von 100 kV (1,2/50 µs) auf die ungeschützte Ableitung
- Absperrungen und/oder Warnhinweise zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit einer Berührung der Ableitungen

Schutz vor Berührungsspannung an Ableitungen CUI-Leitung



Schutz vor Berührungsspannung an Ableitungen

Technische Daten

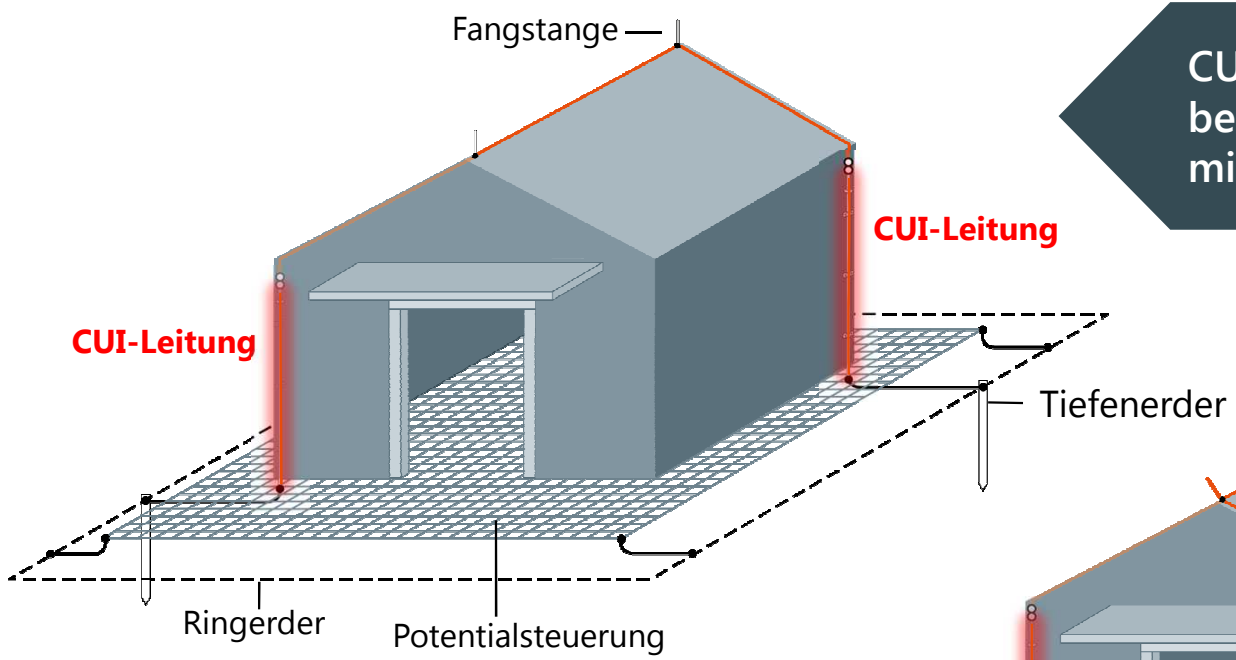
Stoßspannungsfestigkeit	100 kV (1,2/50 µs)
Werkstoff Leiter	Cu
Werkstoff Isolierung	vPE
Außen Ø Leitung	20 mm
Querschnitt	50 mm ² (Ø 8 mm)
Skin Schutzschicht	PE lichtgrau
Länge 3,5 m	Art.-Nr. 830 208
Länge 5 m	Art.-Nr. 830 218

CUI-Leitung



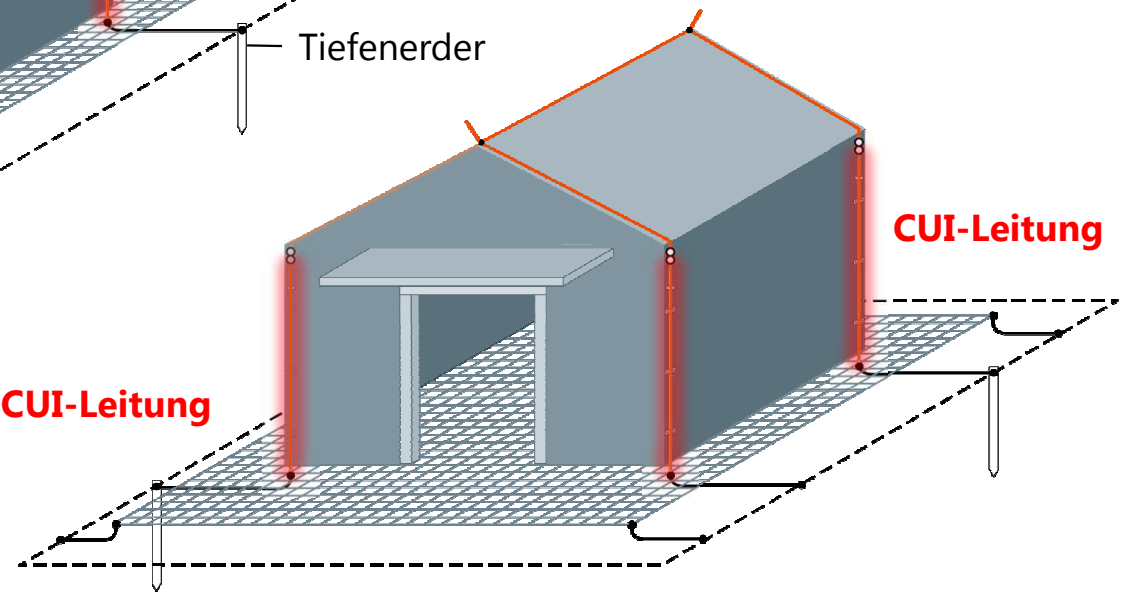
- bei Gefahr von Berührungsspannung für Lebewesen nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3)

Vermeidung von Berührungsspannung in Hütten in Holzbauform Einsatz der hochspannungsfesten CUI-Leitung



CUI-Leitung bei kleiner Schutzhütte mit zwei Fangstangen

CUI-Leitung bei zu dünnen Wandstärken



Schutzmaßnahmen gegen Schrittspannungen



Wenn keine dieser Bedingungen erfüllt ist, müssen folgende Schutzmaßnahmen zur Vermeidung der Verletzung von Personen infolge von Schrittspannungen ergriffen werden:

- Potentialausgleich durch eine vermaschte Erdungsanlage
- Absperrungen und/oder Warnhinweise zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit des Betretens des gefährlichen Bereichs innerhalb von 3 m um die Ableitung

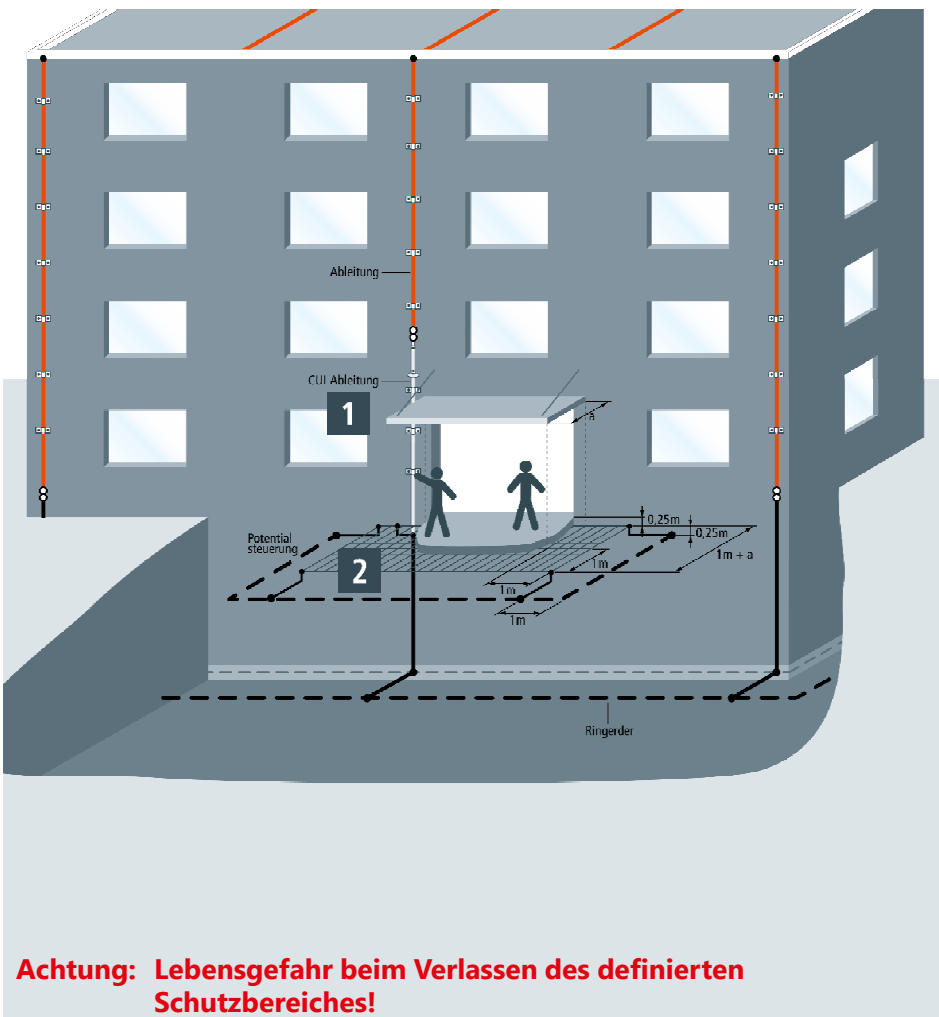
Schritt- und Berührungsspannung

Allgemein bauliche Anlagen



© DEHN + SÖHNE / protected by ISO 16016

Schutzkonzept Schritt- und Berührungsspannung



Achtung: Lebensgefahr beim Verlassen des definierten Schutzbereiches!

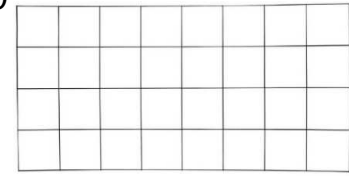
1 CUI-Leitung

zur Vermeidung von Berührungsspannung an Ableitungen.
 Länge 3500 mm – Art.-Nr. 830 208
 Länge 5000 mm – Art.-Nr. 830 218



2 Gittermatte

zur Vermeidung von Schrittspannung im Bereich um die Ableitung.
 Art.-Nr. 618 214
 sowie Klemme Art.-Nr. 540 270





Schutz vor Schritt- und Berührungsspannung
Schloss Friedberg bei Augsburg

Quelle: Ing.-Büro Biebl

Technik-Treff 2018



Schutz vor Schritt- und Berührungsspannung
Schloss Friedberg bei Augsburg

Quelle: Ing.-Büro Biebl
Technik-Treff 2018

Informationen zu Schritt- und Berührungsspannung

Blitzschutz von Schutzhütten

Im Juni 2012 schlug ein Blitz in eine Schutzhütte auf einem Golfplatz in Hessen ein. Vier Menschen kamen bei diesem Unglück ums Leben.

Dieses Merkblatt erläutert die Gefährdung von Personen in Schutzhütten durch Blitzwirkungen und beschreibt geeignete Blitzschutzsysteme in Abhängigkeit von den verschiedenen Gebäudetypen. Das Merkblatt richtet sich an Betreiber von Schutzhütten sowie Planer und Errichter von Blitzschutzsystemen.

1 Einleitung

Der Begriff "Schutzhütte" suggeriert, dass ein solches Gebäude Schutz für Menschen vor allen Wetterlagen bietet. In der Praxis jedoch werden je nach Sichtweise des Planers, des Betreibers oder der Baubehörde sehr unterschiedliche Anforderungen an derartige Gebäude gestellt. Meist steht der Schutz vor Wind und Regen im Vordergrund; die Auswirkungen von Blitzschlägen werden häufig nicht beachtet. Dabei ist zu prüfen, ob im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht auch die Gefährdung durch Blitzschlag zu berücksichtigen ist [1].

Doch was ist eigentlich eine "Schutzhütte"? Im Bergsport beispielsweise werden die alpinen Rast- und Übernachtungshäuser als Schutzhütten bezeichnet. Aber auch Wartehäuschen an Bus- oder Bahnhaltestellen geben einen Schutz vor Wind und Regen.

In diesem Merkblatt wird der Begriff Schutzhütte für bauliche Anlagen wie z.B. Hütten, Unterstände (Buswartehäuschen) verwendet, die zum Schutz vor Regen aufgestellt werden. Ziel des Merkblattes ist es, die Gefährdung von Personen in Schutzhütten durch Blitzschläge und geeignete Schutzmaßnahmen auf Basis der VDE-Blitzschutznormen [2] zu beschreiben. Dabei werden die unterschiedlichen Aufbauweisen und Baumaterialien wie z. B. Stahl, Holz, Glas, Stein berücksichtigt.

Gewitter und Blitzschläge können nicht verhindert werden. Eine Gefährdung geht nicht nur von direkten Blitzschlägen aus. Auch Blitzüberschläge, das Berühren von Metallteilen oder das Stehen auf Böden, in denen Blitzströme fließen, können bei Menschen und Tieren lebensgefährliche Verletzungen hervorrufen.

Mit Blitzschutzmaßnahmen soll deshalb ein Schutzraum geschaffen werden, in dem sich Personen mit großer Wahrscheinlichkeit ohne schädliche Auswirkungen von Blitzschlägen aufhalten können. Dieser Schutzraum umfasst in der Regel das Innere von Schutzhütten und den Eingangsbereich unterhalb des Dachs (Bild 1). Personen



Bild 1: Schutzraum einer Schutzhütte mit Blitzschutzsystem außerhalb der Hütte sind im Allgemeinen nicht geschützt.

Ein besonderes Augenmerk muss auf Bäume gelegt werden. Dass der Aufenthalt unter Bäumen bei Gewitter äußerst gefährlich ist, dokumentieren die vielen Blitzunfälle, die jedes Jahr Tote und Verletzte fordern. In Zusammenhang mit Schutzhütten muss ein besonderer Aspekt der Errichtung und Prüfung von Blitzschutzsystemen erwähnt werden:

Fangeinrichtungen werden i.d.R. so geplant, dass sie einen Blitzschlag aus einer Gewitterwolke auffangen. Breitet ein nahe stehender Baum mit der Zeit seine Äste in Richtung Schutzhütte aus, wird im schlimmsten Fall die Funktion des Blitzschutzsystems außer Kraft gesetzt. Beim Blitzeinschlag in den Baum kann es zu einem Überschlag in ursprünglich geschützte Bereiche kommen. Deshalb ist es notwendig, dass Bäume, Zweige und Sträucher immer wieder so zurückgeschnitten werden, dass ein Abstand von mindestens 3 m zur Schutzhütte gewährleistet ist.

2 Schutzkonzept

Nur wenn sich Personen im Freien richtig verhalten und bei Gewitter geschützte Bereiche rechtzeitig und ausreichend lang aufsuchen, können Unglücksfälle vermieden werden. Zum Schutz vor den Einwirkungen von Blitzschlägen ist deshalb vor allem das richtige Verhalten gefordert.



Allgemeine Hinweise zum Blitzschutz für Schutzhütten

Schutzvorschlag



Inhalt

- Blitzschutz
- Vermeidung von Berührungsspannungen
- Vermeidung von Schrittspannungen
- Verlegung des Blitzableiters an Schutzhütten mit dünnen Holzwänden/Balkenverlegung
- Einsatz isolierter Blitzableiter (CUI-Ableitung):
 - a) bei nicht ausreichender Wandstärke;
 - b) bis zur Fangstange bei geringer Hüttenhöhe

www.dehn.de

Stand 2013



Stand 2017



DEHN schützt.

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!