

VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



VDB-Forum 2016

am 4. und 5. November 2016 im Dorint Hotel am Heumarkt, Köln

Ihr Referent für das Thema

Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen



Andreas König
Dipl.-Ing. / Dipl.-Wirt.-Ing.

OBO Bettermann GmbH & Co.Kg
Menden
Technische Vertriebsleitung International
Bereich:Überspannungsschutz-Blitzschutz-Erdung-Potentialausgleich

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 1



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

Aufgabe Erdungsanlage gemäß der DIN 18014 (Vorwort):

Eine Erdungsanlage für ein Gebäude dient der Umsetzung von Maßnahmen:

1. zum Schutz gegen den elektrischen Schlag
2. zur Unterstützung der Wirkung des Schutzpotentialausgleichs
3. **zur Unterstützung der Wirkung eines Funktionspotentialausgleichs (kombinierter Erder, CBN)**
4. zur Potentialsteuerung für das Gebäude
5. zur Erdung des Blitzschutzsystems (**Erdfähigkeit**)

Quelle: DIN 18014

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 2



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



**Kombinierte Erdungsanlagen für
Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz-
und EMV- Anforderungen**

Bedeutet: Ein Erder muss 3 Hauptaufgaben erfüllen:

- Personensicherheit (Potentialausgleich, VDE 0100)
- Ausreichend Erdfähigkeit sicherstellen. Insbesondere beim Blitzschutz
- **„Funktion“ der elektrischen und elektronischen Anlage sicherstellen**

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 3



• **Bei Blitzschutz: Potentialsteuerung im Gebäude**

VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



**Kombinierte Erdungsanlagen für
Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz-
und EMV- Anforderungen**

- Thema dieses Fachbeitrages:
- Was heisst Funktionspotentialausgleich?
- **Warum Funktionspotentialausgleich?**
- Wie erfolgt der Funktionspotentialausgleich?

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 4



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.

VDB

**Kombinierte Erdungsanlagen für
Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz-
und EMV- Anforderungen**

Was heisst Funktionspotentialausgleich?

4.3 Funktionspotentialausgleich

4.3.1 EMV-Anforderungen

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 5

Der Fundamenterder in Verbindung mit dem zusätzlichen Funktionspotentialausgleichsleiter bildet die Grundlage des Funktionspotentialausgleichs entsprechend EMV-Anforderungen.

Quelle: DIN 18014

**BLITZ
SCHUTZ**

VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.

VDB

**Kombinierte Erdungsanlagen für
Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz-
und EMV- Anforderungen**

• 5.7.2 Kombinierte Potentialausgleichsanlage (CBN)

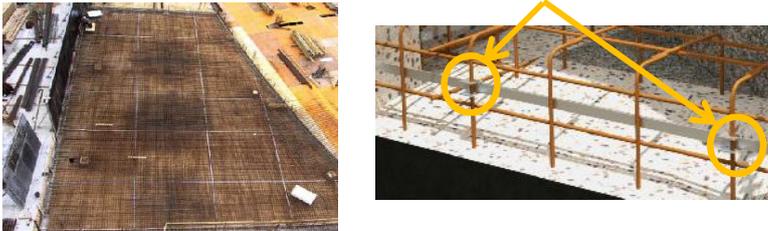
Zur Reduzierung elektromagnetischer Störungen (**EMV**)...ist
...ein Funktionspotentialausgleichsleiter aus Rund- oder
Bandmaterial im bewehrten Fundament entlang der Außenwände
vorzusehen. Der Funktionspotentialausgleichsleiter ist mit der
Bewehrung in Abständen von höchstens 2 m dauerhaft elektrisch
leitend zu verbinden und weist eine Maschenweite von $\leq 20 \text{ m} \times$
 20 m auf.

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 6

**BLITZ
SCHUTZ**



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für
Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz-
und EMV- Anforderungen

• EMV 

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 7

**EMV steht für:
ElektroMagnetische Verträglichkeit**



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für
Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz-
und EMV- Anforderungen

Ziel der EMV ist es sicherzustellen, dass elektrische und ganz
besonders elektronische Geräte, Systeme und Anlagen ihre
Umgebung nicht über ein vertretbares Maß hinaus beeinflussen
bzw. von Störungen aus der Umgebung beeinflussbar sind

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 8

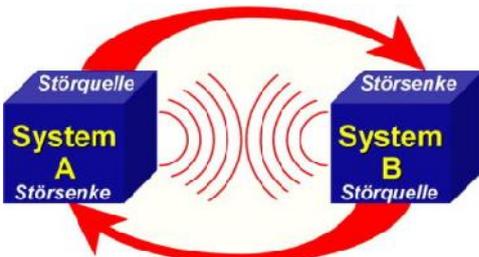


Bild: G. Pohlmann, EMV Dortmund



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



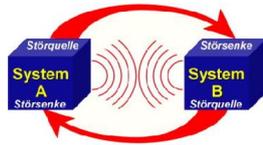
Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 9





- **Störquellen (Beispiele):**
Funktelefone - Schaltnetzteile - Zündanlagen -
Frequenzumrichter - Blitzeinschlag – Schweißgeräte – große
Verbraucher (Produktionsanlagen), PC
- **Störsenke (Beispiele):**
Prozessrechner - Funkempfangsanlagen - Steuerungen -
Umrichter – Messgeräte – Produktionsanlagen - Haustechnik

VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 10



Die Einkoppelung der Störungen kann z.B. über gemeinsame
Energieversorgungs- oder Kommunikationsleitungen erfolgen durch:

- **galvanische Kopplung: → direkt verbunden**
- **kapazitive Kopplung → Einstrahlung elektrisches Feld durch
hohe Spannungen**
- **induktive Kopplung (magnetisches Felder) durch hohe
Ströme, welche in der Nähe auftreten**

Die Kopplung zwischen Störquelle und Störsenke hängt u.a. von der
Frequenz und den geometrischen Abmessungen der beteiligten
Betriebsmittel ab.

VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



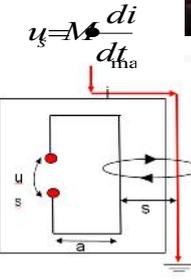
Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

Mögliche Szenarien:

- Blitzeinschlag
 - **Induktive Einkopplung:**
 - Galvanische Einkopplung

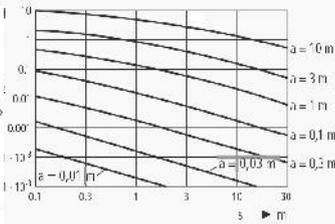


Laborschwingung

$$u_s = M \frac{di}{dt}$$




Blitzschlag
induktive Einkopplung



VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 11

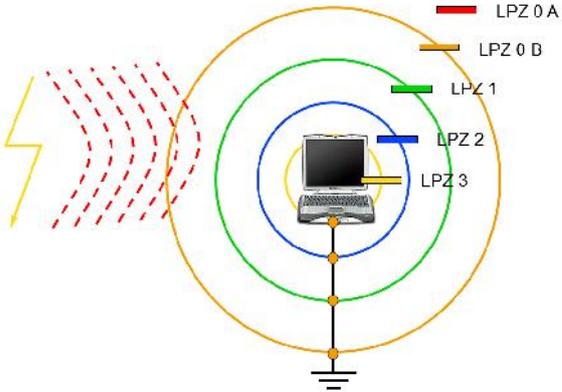


VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

Können die Störungen einfach weggefiltert werden?



— LPZ 0 A

— LPZ 0 B

— LPZ 1

— LPZ 2

— LPZ 3

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 12



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



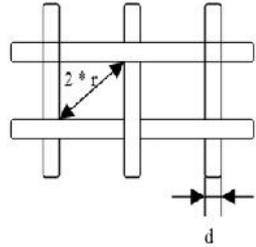
Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

Vermeidung von Einkopplungen in Wand, Decke und Boden:
 Schirmdämpfung (Verlöschung der EMV Störung) für Maschendrahtflächen:

- Bei einem Maschennetzen ist die Dämpfung abhängig von Material und Frequenz:

$$a_{3|1} \approx a_{1|3} \approx \left(31,9 \times \frac{d}{r_c} - 20 \log n \right)$$

$a_{3|1}$ = Schirmdämpfung elektrisches Feld
 $a_{1|3}$ = Schirmdämpfung magnetisches Feld
 r_c = Lochdurchmesser
 a = Abstand von Schirmwand auf Lochachse
 n = Anzahl der Bohrungen bzw. Maschen
 d = Drahtdurchmesser



- Die Formel gilt unter der Voraussetzung, dass die Drähte an ihren Kreuzungspunkten durch Löt- oder Schweißverbindungen kontaktiert sind.

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
 Verfasser: Andreas König
 Folie Nr. 13

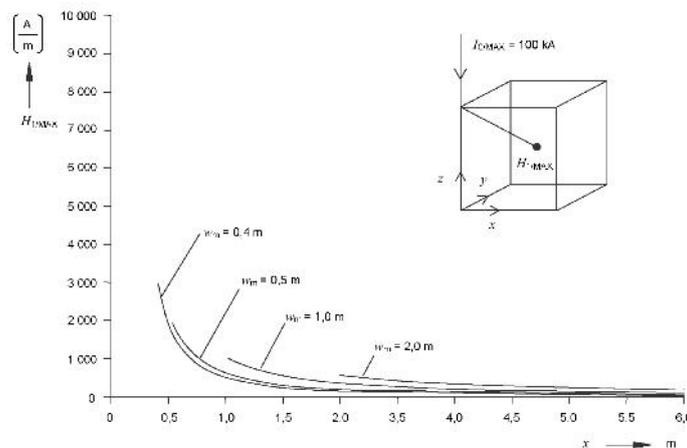


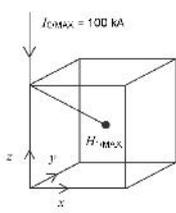
VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

- Abhängigkeit: Schirmung und Maschenweite:

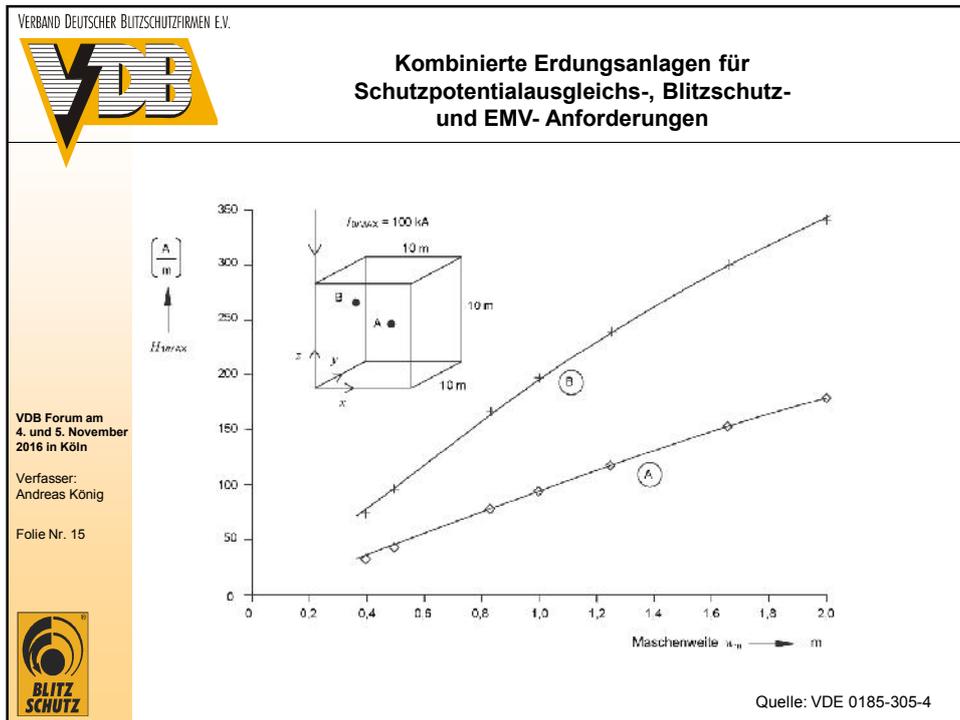




Quelle: VDE 0185-305-4

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
 Verfasser: Andreas König
 Folie Nr. 14





VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

- Anwendung CBN / Funktionspotentialausgleich, WU-Beton



Quelle: OBO Bettermann

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 17

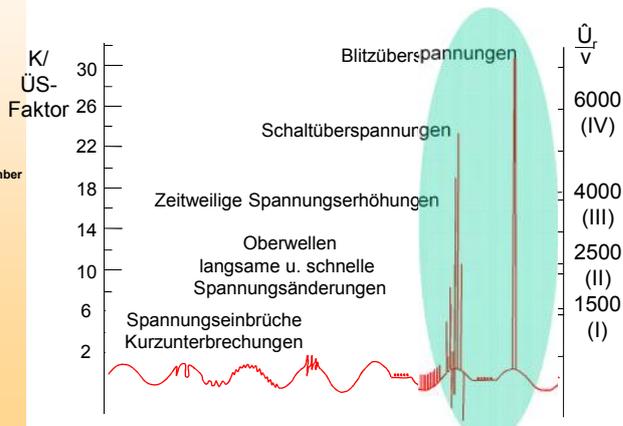


VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

Mögliche galvanische Einkopplungen:



VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 18

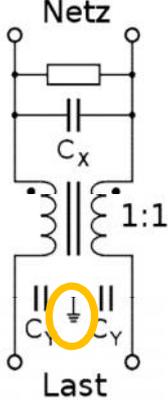


VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

- Entsorgung der Spannungspitzen / Störungen seitens der Maschinen

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 19

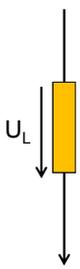
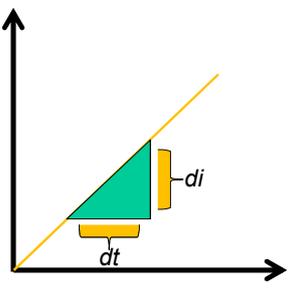


VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

- Galvanische Erzeugung von Spannungsdifferenzen durch Schalthandlungen oder Blitzstrom

$$U_L = L \frac{di}{dt}$$

1m Bandstahl / Runddraht = 0,2-1µH

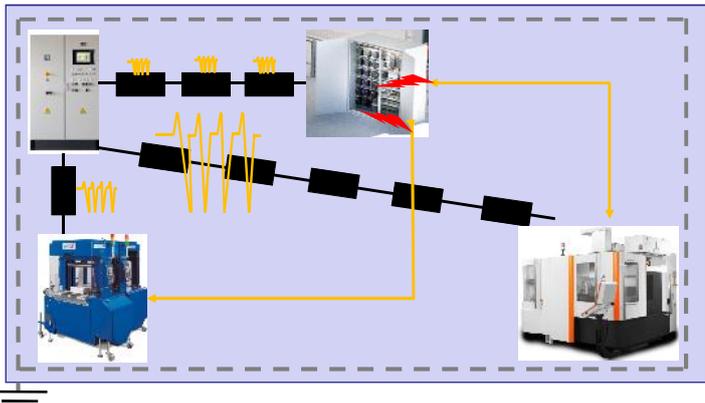
VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 20



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen



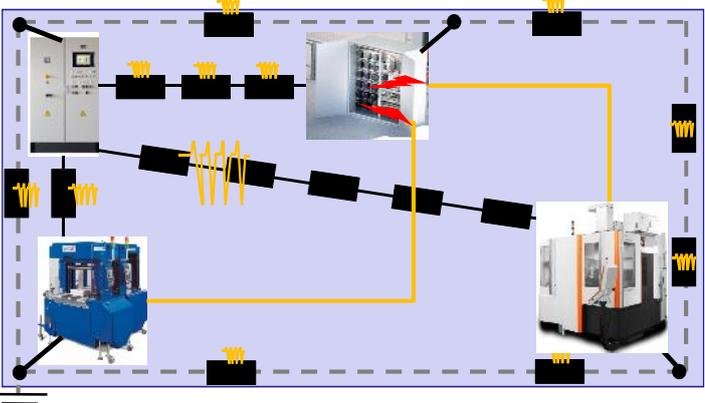
VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 21



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen



VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
Verfasser: Andreas König
Folie Nr. 22

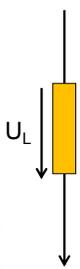


VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



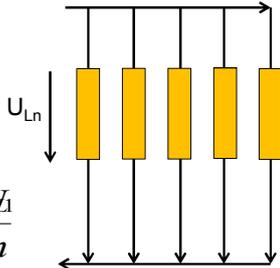
Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

- Galvanische Erzeugung von Spannungsdifferenzen durch Schalthandlungen oder Blitzstrom



$U_L = L \cdot \frac{di}{dt}$

➔



$U_n \approx \frac{U_L}{n}$

→ 1m Bandstahl/Runddraht = 0,2-1µH ←

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln

Verfasser: Andreas König

Folie Nr. 23



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



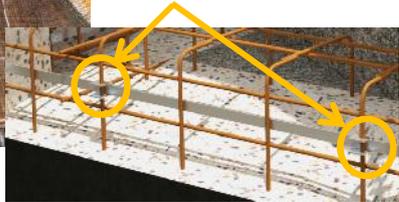
Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

Verwendung der Bewehrungsmatten durch Kontaktierung (alle 2m)
→ Maschenweite 10-20 cm



$U_n \approx \frac{U_L}{n}$

≈ 0



VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln

Verfasser: Andreas König

Folie Nr. 24



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

- **Wie erfolgt der Funktionspotentialausgleich / CBN?**
- Der Funktionspotentialausgleichsleiter ist mit der Bewehrung in Abständen von höchstens 2 m dauerhaft elektrisch leitend zu verbinden und weist eine Maschenweite von $\leq 20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ auf.
- Weitere Ausführungsbedingungen nach 5.2 sind zu beachten.

Folgende Verbindungen sind herzustellen:

- zum Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410);
- zum Ringerder mindestens alle 20 m des Gebäudeumfangs;
- zum Blitzschutzsystem, je Ableitung;
- zu weiteren metallisch leitfähigen Teilen zum Zwecke des Funktionspotentialausgleiches.

Zusätzliche Maßnahmen können nach DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310) und DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4) erforderlich sein.

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
 Verfasser: Andreas König
 Folie Nr. 25



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

- **Was ist zu beachten bei unbewehrten WU Faserbeton:**
- → Ringerder + Funktionspotentialausgleichsleiter notwendig?



VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln
 Verfasser: Andreas König
 Folie Nr. 26



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

• **Aus der DIN 18014:**

5.4 Unbewehrte Fundamente/Faserbeton

Die Anordnung des Fundamenterders in unbewehrtem Fundament oder bei einem Fundament aus Faserbeton erfolgt nach Bild 6. Zur Lagefixierung vor und während des Betonierens sind Abstandhalter (siehe Bild 7) zu verwenden.

Kann eine allseitige Umhüllung mit Beton von mindestens 5 cm nicht sichergestellt werden, z. B. auf Grund der Einbringtechnik des Betons, ist ein Ringerder nach 5.3 zu errichten.

5.7 Fundamente mit erhöhtem Erdübergangswiderstand

5.7.1 Allgemeines

Ist die notwendige Erdfähigkeit des Erders im Fundament nicht gegeben, z. B. durch die Verwendung von:

- wasserundurchlässigen Beton nach DIN EN 206 und DIN 1045-2 (weiße Wanne), siehe Bild 9;
- Bitumenabdichtungen (schwarze Wanne) z. B. Bitumenbahnen, kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (KMB), siehe Bild 10;
- schlagzahn Kunststoffbahnen;
- Wärmedämmung (Perimeterdämmung) auf der Unterseite und Seitenwänden der Fundamente, siehe Bild 11;
- zusätzlich eingebrachten, kapillartreuhenden, schlecht elektrisch leitenden Bodenschichten z. B. aus Recyclingmaterial,

ist ein Ringerder zu installieren.

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 27



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

5.7.2 Kombinierte Potentialausgleichsanlage (CBN)
(en: common bonding network)

Zur Reduzierung elektromagnetischer Störungen ist eine kombinierte Potentialausgleichsanlage nach DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444) zu errichten. Dazu ist zusätzlich zum Ringerder ein Funktionspotentialausgleichsleiter aus Rund- oder Bandmaterial im bewehrten Fundament entlang der Außenwände vorzusehen. Der Funktionspotentialausgleichsleiter ist mit der Bewehrung in Abständen von höchstens 2 m dauerhaft elektrisch leitend zu verbinden und weist eine Maschenweite von $\leq 20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ auf. Weitere Ausführungsbedingungen nach 5.2 sind zu beachten.

Folgende Verbindungen sind herzustellen:

- zum Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410);
- zum Ringerder mindestens alle 20 m des Gebäudeumfangs;
- zum Blitzschutzsystem, je Ableitung;
- zu weiteren metallisch leitfähigen Teilen zum Zwecke des Funktionspotentialausgleiches.

Zusätzliche Maßnahmen können nach DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310) und DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4) erforderlich sein.

VDB Forum am
4. und 5. November
2016 in Köln

Verfasser:
Andreas König

Folie Nr. 28



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln

Verfasser: Andreas König

Folie Nr. 29



- **Was ist zu beachten bei unbewehrten WU Faserbeton:**
- → Ringerder + Funktionspotentialausgleichleiter notwendig?
- **Nutzen CBN:**
- Zusätzliche Schirmfunktion? → **Nein**
- Starke Verringerung möglicher Spannungsdifferenzen? → **Nein**
- **Fazit: in diesem Fall ist gemäß DIN 18014 technisch keine CBN umsetzbar, und damit auch kein EMV-Nutzen vorhanden.**



VERBAND DEUTSCHER BLITZSCHUTZFIRMEN E.V.



Kombinierte Erdungsanlagen für Schutzpotentialausgleichs-, Blitzschutz- und EMV- Anforderungen

VDB Forum am 4. und 5. November 2016 in Köln

Verfasser: Andreas König

Folie Nr. 30



Was bringt die Zukunft?

- immer mehr elektronische Geräte
- totale Vernetzung im Industriebereich
- immer größere Abhängigkeiten von der Elektronik auch im Wohngebäudebereich
- Smart Home und Gebäudesteuerung wird Standard

Fazit:

- Für Erdungsanlagen ist in Bezug EMV und Systemverfügbarkeit für viele Jahrzehnte Weitsicht gefordert. Denn eine Nachrüstung ist nicht möglich!
- die DIN 18014 fordert den flächigen Erder bzw. CBN
- EMV ist auch für Gebäude ohne Blitzschutzsystem wichtig
- Bei „Unbewehrten WU-Faserbeton“ ist die EMV-Wirkung des CBN fraglich. Hier ist zusätzlicher Aufklärungsbedarf beim Planer gefordert, um bei Gebäuden mit EMV Anforderung direkt auf bewehrten Beton umzustellen.
- **Erläutern Sie die Notwendigkeit von EMV allen Planern und Entscheidern**