

Blitz-Schutzzonen mit Schirmungen und Schnittstellen

1. Einleitung und Zusammenfassung

Das „Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG)“ schreibt die Einhaltung der Schutzziele begrenzte Störaussendung und ausreichende Störfestigkeit fest. Zum Schutzziel Störfestigkeit ist auch der ausreichende Schutz gegen Blitzeinwirkungen zu zählen. Dieser Schutz ist für komplexe elektrische und elektronische Anlagen durch eine bloße Aneinanderreihung von Maßnahmen des klassischen Blitzschutzes nicht mehr herzustellen. Hier sind weitergehende Überlegungen und Analysen erforderlich.

Dieser Beitrag stellt die Grundlagen des sogenannten Blitz-Schutzzonen- (BSZ-) Konzepts dar. Ziel des Konzepts ist es, einheitliche Zonen zu definieren, in denen eine konstante elektromagnetische Störumgebung herrscht, und an deren Zonengrenzen bzw. Schnittstellen entsprechende, weitgehend einheitliche Maßnahmen zur Reduzierung der Störpegel getroffen werden. Damit steht ein Werkzeug zur Verfügung, das große und unüberschaubare, komplexe Anlagen in kleinere, fassbare Einheiten gliedert. Es werden einheitliche Schutzmaßnahmen möglich, die aufeinander abgestimmt sind.

Die BSZ werden grundsätzlich durch elektromagnetische Schirme festgelegt. Dadurch werden die Störpegel der elektromagnetischen Felder reduziert. An den Zonengrenzen ist weiterhin ein konsequenter Potentialausgleich für alle elektrischen Leitungen (Starkstrom, Leittechnik, Telekommunikation, Objektschutz, etc.) und metallenen Installationen (z.B. Wasser- und Dampfrohrlösungen, Gasrohre, Metallträger, Kran-schienen, etc.) mit dem elektromagnetischen Schirm durchzuführen. Dadurch wird ein ungedämpftes Eindringen leitungsgeführter Störungen in die BSZ verhindert.

Die einmal festgelegten BSZ sind im Sinne eines Ordnungsprinzips die Basis für weitergehende Maßnahmen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), d.h. die BSZ können ergänzt werden durch weitere EMV-Schutzzonen, die dann weiteren Schutz gegen andere elektromagnetische Beeinflussungen bieten. Für Industrieanlagen kann es u.U. ausreichend sein, drei BSZ festzulegen: einschlaggefährdete und einschlaggeschützte Außenbereiche und Innenbereiche. Die dafür notwendige Voraussetzung ist eine hohe Schirmdämpfung der Gebäude und Kabelkanäle durch die Bewehrung der Betonwände oder vorgehängte Metallfassaden. Falls erforderlich können durch Raumschirmung, Kabelschirmung und metallene Gehäuse-schirme (Elektronik-Schrank, Messumformer-Gehäuse, etc.) weitere BSZ gebildet werden.

2. Blitz-Schutzzonen-Konzept

2.1 Allgemein

Schutzzonen-Konzepte sind bereits seit etlichen Jahren aus dem Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit bekannt und werden insbesondere bei komplexen Projekten aus dem militärischen Bereich mit Erfolg angewandt. Schutzzonen-Konzepte verlangen, dass das zu schützende Objekt in seiner Gesamtheit in Schutzzonen eingeteilt wird, um damit „Räume“ unterschiedlicher elektromagnetischer Belastung zu definieren (DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4) Ed.2: 2011-10). Die Zone ist dabei allgemein charakterisiert durch bedeutende Änderungen der elektromagnetischen Bedingungen an ihren Grenzen. In aller Regel bedeutet dies einen elektromagnetisch wirksamen-Schirm.

An den Zonengrenzen, den Schnittstellen, sind alle elektrischen Leitungen und metallenen Installationen mit dem elektromagnetisch wirksamen Schirm zu verbinden, d.h. ein Potentialausgleich durchzuführen. Dies ist erforderlich, um das ungedämpfte Eindringen leitungsgeführter Störungen in die Schutzzone zu verhindern.

Die Schutzzonen werden entsprechend ihrer Bedämpfung der elektromagnetischen Umgebung durchnummeriert:

- Der Fall der ungedämpften Umgebung wird als Schutzzone 0 definiert.
- Die Schutzzone, in der die elektromagnetische Umgebung erstmals gedämpft wird, wird als Schutzzone 1 definiert.
- Weitere Schutzzonen mit weiteren Bedämpfungen der elektromagnetischen Umgebung werden als Schutzzonen der Ordnung 2 und höher definiert.

Grundsätzlich können beliebig viele Schutzzonen mit unterschiedlichen elektromagnetischen Bedingungen ineinander bzw. nebeneinander definiert werden. In der Praxis wird die Festlegung von 2, höchstens 3 gestaffelten Schutzzonen-Klassen als ausreichend erachtet.

2.2 Festlegung von Blitz-Schutzzonen (BSZ)

Erster Ausgangspunkt bei der Festlegung der Blitz-Schutzzonen ist der Schutz gegen die direkten Auswirkungen von Blitzeinschlägen. Hier stellt sich zunächst die Aufgabe, den Blitz definiert mit einem äußeren Blitzschutzsystem einzufangen, abzuleiten und in den Erdboden einzuführen. Dieses äußere Blitzschutzsystem kann grundsätzlich realisiert

Blitz-Schutzzonen mit Schirmungen und Schnittstellen

werden als:

- ein isoliertes Blitzschutzsystem;
- ein teilisoliertes Blitzschutzsystem;
- ein gebäudeintegriertes Blitzschutzsystem.

Durch die Auslegung des äußeren Blitzschutzsystems werden einschlaggefährdete Bereiche und einschlaggeschützte Bereiche festgelegt (Bild 1):

- In die einschlaggefährdeten Bereiche sind direkte Blitzeinschläge möglich. Darüber hinaus ist das ungedämpfte elektromagnetische Feld einer Blitzentladung wirksam. Diese Bereiche werden als Blitz-Schutzzone 0_A (BSZ 0_A) bezeichnet.
- Die durch die äußere Blitzschutzanlage einschlaggeschützten Bereiche werden als Blitz-Schutzzone 0_B (BSZ 0_B) definiert. Hier sind keine direkten Blitzeinschläge möglich, allerdings sind wesentliche Teile des Blitzstroms und das weiterhin ungedämpfte elektromagnetische Feld der Blitzentladung als potentielle Bedrohung anzusetzen.

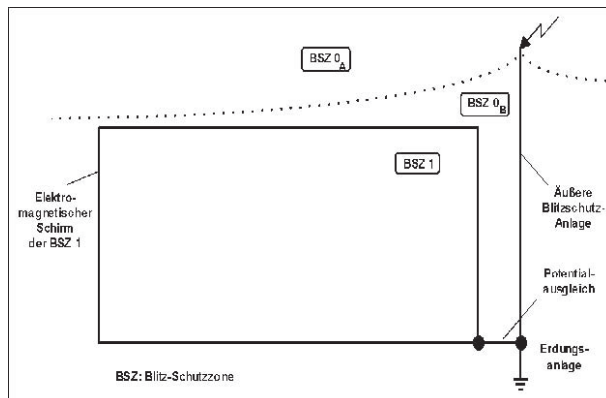


Bild 1: Zuordnung der Blitz-Schutzzonen 0_A , 0_B und 1

Dem zu schützenden Volumen, d.h. dem Bereich innerhalb der Gebäude, wird die Blitz-Schutzzone 1 (BSZ 1) zugeordnet, die an ihrer Peripherie mit einem mehr oder weniger vollkommenen elektromagnetischen (Löcher-) Schirm umgeben ist (Bild 1). Je nach Auslegung des äußeren Blitzschutzsystems als isoliert, teilisoliert oder gebäudeintegriert kann der Schirm der BSZ 1 die weitergehende Aufgabe haben, den Blitzstrom bzw. wesentliche Teile davon sicher abzuleiten. Diese Anforderung an eine BSZ geht über die typischen Anforderungen an eine elektromagnetische Schutzzone gemäß den bekannten Schutzzonen-Konzepten hinaus, in denen grundsätzlich nur ein Schutz gegen Spannungen und Felder, aber keine Schutzwirkung gegen energiereiche Ströme bereitgestellt werden muss.

Je nach Anforderungen, die sich vor allem aus den elektrischen und elektronischen Systemen und Geräten und aus der „Qualität“, d.h. der Schirmwirkung, der BSZ 1 ergeben, kann es notwendig bzw. sinnvoll sein, das gesamte zu schützende Volumen in weitere BSZ aufzuteilen (Bild 2). Jede BSZ ist wiederum von einem elektromagnetisch wirksamen Schirm umgeben, wie z.B. einem Raum-, System- oder Geräteschirm.

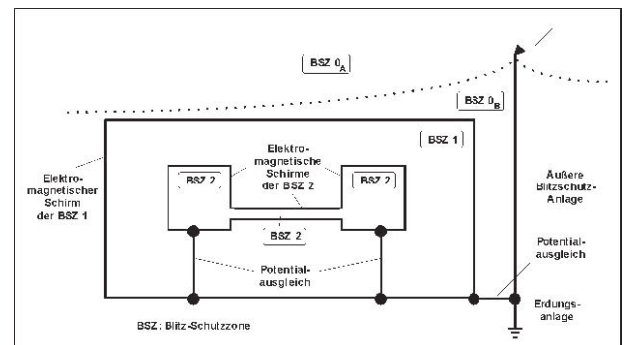


Bild 2: Zuordnung einer weiteren Blitz-Schutzzone 2

3. Elektromagnetische Schirme für Blitz-Schutzzonen

Maßgebend bestimmend für die Einrichtung von BSZ sind die bauseits vorhandenen bzw. leicht zu ergänzenden elektromagnetischen (EM-) Schirme, die durch die vielfältigen metallenen Komponentender baulichen Anlage gegeben sind. Hierzu gehören z.B. Betonbewehrungen, Metallfassaden und -dächer, etc. Weitere BSZ können z.B. durch die Gehäuse der elektrischen und elektronischen Komponenten (Metallgehäuse, Metallschränke, etc.) und die Schirme der Verkabelung gebildet werden.

3.1 EM-Schirme der BSZ 1

Die EM-Schirme der BSZ 1 können sehr unterschiedlich realisiert sein, wie es die folgenden Beispiele verdeutlichen sollen:

- Der einfachste und bei üblichen Gebäuden wohl auch am häufigsten anzutreffende Fall ist die Bildung einer BSZ 1 durch das äußere Blitzschutzsystem. Durch die Fangeinrichtungen auf dem Dach eines Gebäudes und durch die Ableitungen seitlich am Gebäude, bei Blitzschutzklasse 1 nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) Ed.2: 2011-10 mit der Maschenweite von 5 m bzw. im Abstand von 10 m, wird ein „elektromagnetischer Schirm“ gebildet, dessen Schirmdämpfung allerdings gegen Null geht.

Blitz-Schutzzonen mit Schirmungen und Schnittstellen

Nichtsdestoweniger wird durch dieses äußere Blitzschutzsystem eine BSZ 1 realisiert, sofern die in Abschnitt 4 beschriebenen Schnittstellen-Behandlungen der metallenen Installationen und elektrischen Leitungen durchgeführt werden.

- Bei Gebäuden aus Stahlbeton kann die Betonbewehrung als BSZ 1 ausgebildet werden (Bild 3). Im Falle von Ortbeton ist dies durchaus reichende Verbindung der einzelnen Bewehrungsmatten vor der Betonfüllung zu gewährleisten; im Falle von bewehrten Beton-Fertigteilen müssen die einzelnen Bewehrungen aus den Fertigteilen herausgeführt und an den Trennstellen ausreichend durchverbunden werden.

Üblicherweise ist bei der Verbindung einzelner Bewehrungsmatten die bauseits notwendige Verrödelung ausreichend, um die gewünschte Schirmwirkung aufzubauen. Nur dort, wo erhöhte Anforderungen an die Stromtragfähigkeit von Verbindungen gestellt werden müssen, sind ggf. weitere Maßnahmen zu treffen. Dies sind beispielsweise längere Eisenstäbe, die mit den kreuzenden Bewehrungsstäben verschweißt werden, oder ein in den Beton verlegtes zusätzliches Anschlussleiternetzwerk mit Maschenweiten von einigen m, wie es beispielsweise im Kraftwerksbau Verwendung findet.

Wird eine BSZ 1 aus der Bewehrung eines Ortbetons gebildet, so muss vor der Betonfüllung die ordnungsgemäße Verbindung (in der Regel Verrödelung) der einzelnen Bewehrungsmatten sichergestellt und dokumentiert sein. Diese Verbindungen sind im Nachhinein nicht mehr zugänglich bzw. mit üblichen Messverfahren zu überprüfen. Ein ggf. erforderlicher Nachweis, z.B. gegenüber einem Gutachter, einer Behörde oder einem Sachversicherer, ist demzufolge nur auf der Basis einer lückenlosen Dokumentation möglich.

- Viele moderne Gebäude weisen aus optischen Gründen eine Metallfassade auf (Bild 3). Diese Metallfassade kann, bei entsprechender Auslegung, einen nahezu optimalen EM-Schirm der BSZ 1 darstellen. Wichtig ist dabei insbesondere eine ausreichende horizontale und vertikale Durchverbindung der einzelnen Metallbleche. Dieser Wandschirm muss seine Fortsetzung finden in einem entsprechenden Dachschirm, also üblicherweise der dort ggf. vorhandenen Betonbewehrung oder eigens dafür verlegten Matten oder Blechen. Darüber hinaus muss die Metallfassade umlaufend um das Gebäude mit der Erdungsanlage, d.h. dem Außenerder und dem Fundamenterder, ausreichend engmaschig verbunden sein.

Das Maß für die „Qualität“ eines EM-Schirms ist seine Schirmdämpfung. Im Falle von elektromagnetischen Blitzimpuls-Feldern (LEMP) ist dabei insbesondere die magnetische Schirmdämpfung relevant. Im folgenden wird deshalb als Schirmdämpfung ausschließlich die magnetische Schirmdämpfung verstanden. Diese kann üblicherweise nur für einen konkreten EM-Schirm angegeben werden. Für die oben zuerstgenannte Möglichkeit einer BSZ 1, die aus einem klassischen äußeren Blitzschutzsystem gebildet wird, ist demzufolge die Angabe einer Schirmdämpfung kaum sinnvoll. Die Betonbewehrung mit den üblichen Bewehrungsmatten mit einer Maschenweite von 15 cm weist im für den Blitz relevanten Frequenzbereich von einigen 100 Hz bis ca. 1 MHz eine Schirmdämpfung von > 20 dB auf. Dies gilt für den Fall einer nicht stromdurchflossenen, einlagigen Bewehrung. Liegen zwei oder mehrere Bewehrungsmatten in genügendem Abstand hintereinander, so ergibt sich eine Schirmdämpfung von > 40 dB.

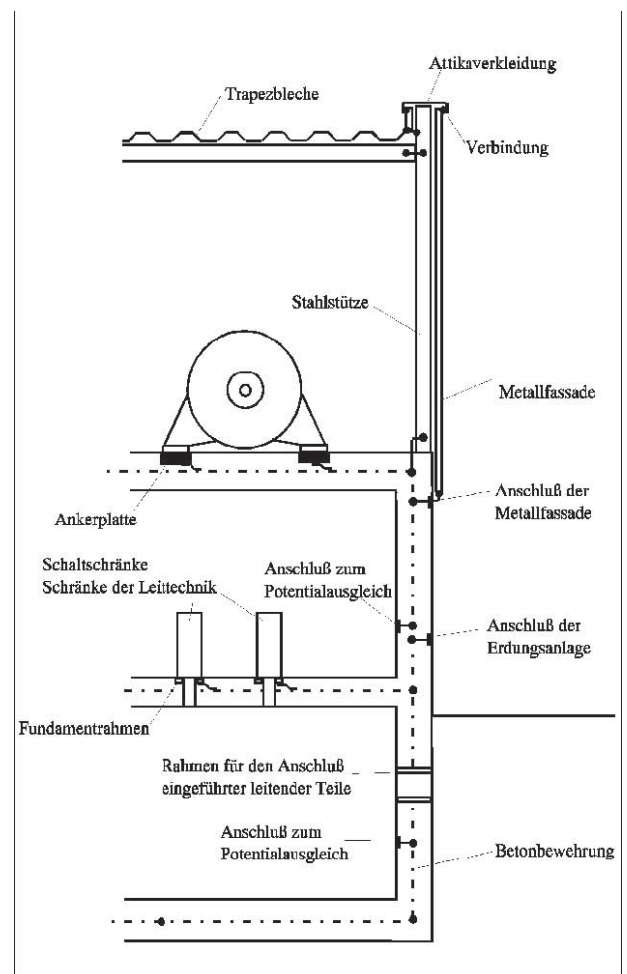


Bild 3
Beispiele für Elektromagnetische Schirme der BSZ1: Betonbewehrung und Metallfassaden

Blitz-Schutzzonen mit Schirmungen und Schnittstellen

Für den Fall einer blitzstromdurchflossenen Betonbewehrung als Teil des äußeren Blitzschutzsystems (vgl. Abschnitt 2.1: gebäudeintegriertes Blitzschutzsystem), kann keine vergleichbare Schirmdämpfung angegeben werden. In [L13] wird für diesen Fall eine Schirmdämpfung für das magnetische Feld in einer fiktiven Schleife im Inneren des Gebäudes definiert, das sich bei Stromfluss über die Betonbewehrung ergibt, bezogen auf das Feld bei Vorhandensein lediglich eines äußeren Blitzschutzsystems mit Abständen der Ableitungen von 10 m (wie es den Anforderungen der Blitzschutzklasse 1 nach DIN EN 62305-3 (VDE 0185305-3):2006-10 entspricht). Für die o.g. Bewehrungsmatten mit 15 cm Maschenweite ergibt sich dabei eine Schirmdämpfung von ca. 50 dB bei einlagiger Bewehrung. Bei zweilagiger Bewehrung verringert sich hier lediglich der Abstand der einzelnen Bewehrungsstäbe zueinander von 15 cm auf 7,5 cm, so dass sich dafür die Schirmdämpfung zu ca. 60 dB ergibt.

Die obigen Werte zeigen eindrucksvoll, dass es aus Gründen der Schirmwirkung vorteilhaft erscheint, den Blitzstrom in die Bewehrung eines Gebäudes einzuleiten. Der Blitzstrom teilt sich dann in nahezu unendlich viele Teilblitzströme auf, die in der gesamten Bewehrung nach unten in Richtung Erdungsanlage abfließen. Im Falle eines klassischen äußeren Blitzschutzsystems mit wenigen Ableitungen dagegen ist der Blitzstrom nur auf rel. wenige Teilblitzströme verteilt, die weitaus stärkere magnetische Felder im Inneren des bewehrten Gebäudes erzeugen.

Die obigen Darstellungen gelten auch für reusenartige Kabelkanäle im Erdreich, die z.B. im Großanlagenbau (Kraftwerke, Industrieanlagen) als bewehrte Betonkanäle häufig verwendet werden, wenn eine Vielzahl von Kabeln der Elektrik und Elektronik zwischen zwei Gebäuden geschützt werden soll. Durch den bewehrten Kabelkanal werden die durch die beiden Gebäude gebildeten BSZ 1 miteinander verbunden, d.h. es entsteht eine in sich geschlossene BSZ 1, welche die genannten Kabel nicht verlassen. Bei diesen bewehrten Kabelkanälen ist allerdings darauf zu achten, dass, abhängig vom Querschnitt des Kanals und damit Lage und Anzahl der längslaufenden Bewehrungsstäbe, eine maximale Längsnicht überschritten werden darf. Anderenfalls sind die bei Blitzeinschlag zu unterstellenden Längsspannungen, die längs des Kabelkanals auftreten, höher als die maximal zulässigen Werte.

3.2 EM-Schirme von BSZ der Ordnung 2 und höher

Bezüglich der EM-Schirme weiterer BSZ (BSZ 2 und höher) tauchen immer wieder zwei grundsätzliche Fragen auf, die teils sehr kontrovers diskutiert werden:

1. Ist eine Festlegung von BSZ der Ordnung 2 und höher überhaupt notwendig, oder kommt man üblicherweise mit einer BSZ 1 aus?
2. Welche Schirmwirkung liegt einer BSZ, egal welcher Ordnung, üblicherweise zugrunde, d.h. welche Schirmdämpfung muss der zugehörige EM-Schirm liefern?

Diese beiden Fragen lassen sich naturgemäß nicht eindeutig und vor allem nicht voneinander isoliert beantworten. Grundsätzlich gilt, dass die Zahl der unterschiedlichen BSZ so gering wie möglich zu halten ist. Dies gilt insbesondere auch für ausgedehnte Anlagen mit komplexen elektronischen Einrichtungen, auf die in Abschnitt 5 noch eingegangen werden soll. Auf der anderen Seite muss sich in der Superposition aller EM-Schirme eine Schirmdämpfung ergeben, die die elektromagnetischen Störgrößen, die letztendlich an den Geräteein- und -ausgängen wirksam werden, auf das tolerierbare Maß reduziert. Daraus lassen sich die folgenden, stark vereinfachten Grundsätze für die praktische Umsetzung formulieren:

- Die Festlegung nur einer BSZ 1 (neben den BSZ 0_A und BSZ 0_B) kann ausreichend sein, wenn der EM-Schirm der BSZ 1 eine sehr hohe Schirmdämpfung aufweist und die tolerierbaren Störfestigkeits-Grenzwerte an den Geräteein- und -ausgängen eingehalten werden.
- Wird die BSZ 1 durch ein klassisches äußeres Blitzschutzsystem gebildet, d.h. es ist kein wirksamer EM-Schirm der BSZ 1 vorhanden, so ist stets die Festlegung zumindest einer BSZ 2 und ggf. noch höherwertigerer BSZ notwendig.
- Im Sinne des dargestellten BSZ-Konzepts sollten die elektromagnetischen Felder von einer BSZ zur nächsthöheren BSZ mindestens um etwa eine Größenordnung reduziert werden, d.h. der EM-Schirm einer BSZ sollte im blitzrelevanten Frequenzbereich eine Schirmdämpfung von > 20 dB aufweisen. Dieser Wert ist allerdings nur als grober Anhaltswert aufzufassen; er bezieht sich natürlich nur auf elektromagnetische Felder, nicht auf leitungsgebundene Ströme und Spannungen. Diese werden gemäß der in Abschnitt 4 dargestellten Schnittstellen-Behandlung reduziert. Der Wert von > 20 dB ist darüberhinaus selbstverständlich nicht gültig für die auf Basis eines klassischen äußeren Blitzschutzsystems gebildeten BSZ 1 (siehe oben).

Blitz-Schutzzonen mit Schirmungen und Schnittstellen

Die Schirme für BSZ der Ordnung 2 und höher werden, wie in Abschnitt 2.2 dargestellt, z.B. durch Raumschirme (Bewehrungen von Innenwänden), metallene Gehäuse und Kabelschirme gebildet. Hierbei ist es äußerst schwierig, Werte für die Schirmdämpfung anzugeben, da sehr unterschiedliche Ausführungen zum Einsatz kommen:

- Handelt es sich z.B. um nahezu geschlossene Metallgehäuse für Messumformer und andere elektrische oder elektronische Betriebsmittel mit rel. kleinen Öffnungen aus 1 mm starkem Stahlblech, so reicht die Schirmdämpfung für Magnetfelder von wenigen dB bei 1 kHz bis zu über 100 dB bei 1 MHz.
- Wird anstelle Stahl Aluminiumblech verwendet, so ergibt sich bei 1 kHz keine nennenswerte Schirmdämpfung für Magnetfelder, während bei 1 MHz wieder über 100 dB festzustellen sind.
- Vergleichbar große Schwankungsbreiten gelten auch für die üblicherweise verwendeten Kabelschirme.

Vereinfacht wird deshalb im Sinne des BSZ-Konzepts davon ausgegangen, dass z. B. durch die Gehäuse- und Kabelschirme eine geschlossene BSZ gebildet werden kann, die die oben genannte Anforderung einer Schirmdämpfung von > 20 dB in einem weiten Frequenzbereich erfüllt.

Räumliche Trennung von Störquelle und Störsenke kann eine Sonderform einer „Schirmung“ im Sinne des BSZ-Konzepts darstellen. Dadurch können ebenfalls elektromagnetische Umgebungsbedingungen auf ein tolerierbares, definiertes Maß reduziert werden.

4. Schnittstellen-Behandlung

An den Schnittstellen von metallenen Installationen und elektrischen Leitungen mit den EM-Schirmen der BSZ muss ein Potentialausgleich durchgeführt werden (Bild 4). Mit dieser Maßnahme werden die folgenden Ziele verfolgt:

- Weitgehende Ableitung aller leitungsgebundenen Störgrößen an den EM-Schirm der BSZ, d.h. diese Störgrößen sollen nicht in die nächsthöhere BSZ eingetragen werden.
- Schaffung eines niederimpedanten Potentialausgleichsystems durch die vielfachen metallenen Verbindungen zu den EM-Schirmen.

Ist ein solcher Potentialausgleich aus übergeordneten Gründen nicht möglich, so ist die Einteilung in BSZ zu überdenken. Dies kann z.B. zu räumlich begrenzten „Einstülpungen“ einer BSZ führen, wenn dadurch der Eintrag nicht tolerierbarer elektromagnetischer Störgrößen weiterhin verhindert wird. Dabei werden die nicht behandelten metallenen Installationen und

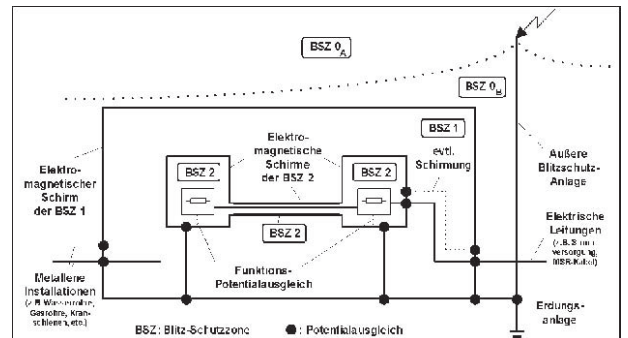


Bild 4: Potentialausgleich an den Zonengrenzen (Schnittstellen)

elektrischen Leitungen vom restlichen Bereich der BSZ durch Schirmung oder räumliche Trennung separiert. Ob bei Anwendung dieses Konzepts die erforderlichen Schutzanforderungen noch erfüllt sind, muss eingehend untersucht werden, ggf. mit Hilfe ausführlicher analytischer bzw. numerischer Berechnungen.

Für die metallenen Installationen (z.B. Wasser- und Dampfrohrlösungen, Gasrohre, Metallträger, Kran-schienen, etc.) bedeutet dieser Potentialausgleich, dass sie auf dem kürzestmöglichen Weg, d.h. niederimpedant, mit dem EM-Schirm verbunden werden. Dies gilt für alle metallenen Installationen, die den EM-Schirm durchdringen. Dem Potentialausgleich metallener Installationen kommt insbesondere an der Schnittstelle BSZ 0/1, d.h. üblicherweise am Gebäudeeintritt, große Bedeutung zu. An dieser Schnittstelle bzw. Zonengrenze muss der Eintrag nicht tolerierbarer Ströme konsequent verhindert werden (Bild 5).

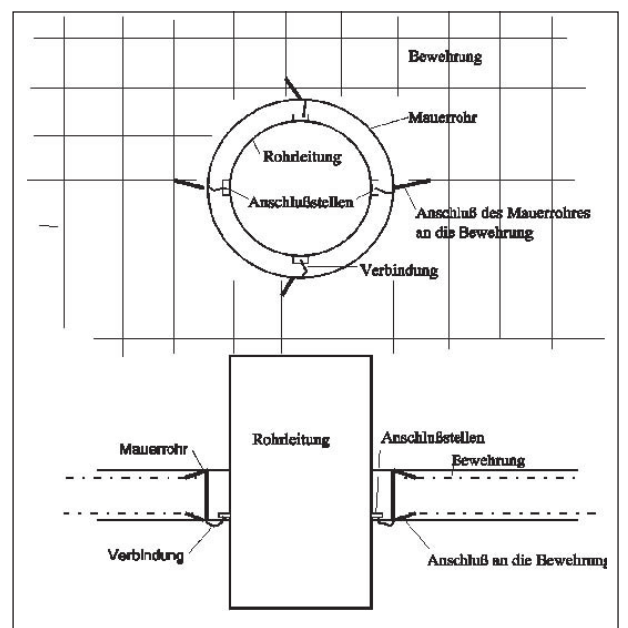


Bild 5: Anschluss von eingeführten Rohrleitungen an die Bewehrung (Schnittstelle BSZ 0/1)

Blitz-Schutzzonen mit Schirmungen und Schnittstellen

Der Potentialausgleich für die spannungsführenden Adern der elektrischen Leitungen (Starkstrom, Leittechnik, Telekommunikation, Objektschutz, etc.) wird über geeignete Überspannungsschutzgeräte durchgeführt. An der Schnittstelle BSZ 0/1 sind dabei Überspannungsschutzgeräte einzusetzen, die in der Lage sein müssen, den hier auftretenden Teilblitzstrom zum EM-Schirm der BSZ 1 abzuleiten. Auch hier ist deshalb auf eine ausreichend niederimpedante Verbindung der Überspannungsschutzgeräte mit dem EM-Schirm zu achten. Die nach den Überspannungsschutzgeräten in der BSZ 1 auftretenden, leitungsgeführten Ströme und Spannungen müssen den vorab festgelegten Anforderungen genügen. Werden weitere BSZ im Innenraum festgelegt (BSZ der Ordnung 2 und höher), so ist auch an den weiteren EM-Schirmen ein Potentialausgleich mit allen, die jeweiligen EM-Schirme durchdringenden, metallenen Installationen und elektrischen Leitungen durchzuführen. Für die metallenen Installationen bedeutet dies einen erneuten Anschluss, nun an den EM-Schirm der weiteren BSZ.

Im Falle der elektrischen Leitungen muss der Potentialausgleich mit (nicht blitzstrom-tragfähigen) Überspannungsschutzgeräten durchgeführt werden. Dies führt zur Aufgabe, die Überspannungsschutzgeräte an den verschiedenen Schnittstellen einer Leitung, d.h. an den EM-Schirmen der BSZ1, der BSZ 2 (und ggf. auch noch höherer Ordnung), einschließlich der in den Geräteein- und -ausgängen vorhandenen Schutzbeschaltungen zu koordinieren. Ein unkoordinierter Einsatz von Überspannungsschutzgeräten kann zur Überlastung von einzelnen Überspannungsschutzgeräten bis hin zur gegenseitigen Blockade der Schutzwirkung führen. Im Falle des Einsatzes von kaskadierten Überspannungsschutzgeräten, also einem koordinierten System von Überspannungsschutzgeräten nach DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4) Ed.2: 2011-10 an den EM-Schirmen unterschiedlicher BSZ ist deshalb der äußerst anspruchsvollen Aufgabe der Koordination besondere Beachtung zu schenken.

5. Anwendung des Blitz-Schutzzonen-Konzeptes bei ausgedehnten Industrieanlagen

Über die Anwendung des BSZ-Konzeptes wurde in der Fachliteratur vielfach publiziert. An einschlägigen Normen und Normenentwürfen lässt sich ersehen, dass über dieses Konzept und seine Anwendbarkeit in der Fachwelt breiter Konsens besteht. Hinsichtlich der Zoneneinteilung hat es sich in ausgedehnten Industrieanlagen mit sehr komplexen und umfangreichen Einrichtungen der Mess-, Steuer- und Regeltechnik mit bis zu einigen 10.000 elektronischen Baugruppen und Komponenten und einigen 10 km verlegten Kabeln als vorteilhaft erwiesen, möglichst wenige unterschiedliche BSZ einzuführen, um die Schnittstellen-Problematik an den Zonengrenzen noch zubeheerrschen.

Für ausgedehnte Industrieanlagen ist es deshalb das Ziel, mit drei BSZ auszukommen, wie sie auch in Bild 1 dargestellt sind: einschlaggefährdete und einschlaggeschützte Außenbereiche (BSZ 0_A und BSZ 0_B) und Innenbereiche (BSZ 1). Voraussetzung dabei ist, dass die Schirmungs- und Potentialausgleichsmaßnahmen an den Gebäudeaußenwänden und an den Wänden der Kabelkanäle, die die Gebäude verbinden, ausreichend gut sind. Mit anderen Worten: Der EM-Schirm der BSZ 1 muss eine Schirmdämpfung von deutlich mehr als 20 dB aufweisen und der Potentialausgleich für die diesen Schirm durchdringenden metallenen Installationen und elektrischen Leitungen muss äußerst konsequent durchgeführt werden (vgl. Abschnitt 4).

Die o.g. Voraussetzung ist dann gegeben, wenn die betreffenden Gebäude entweder doppeltbewehrt sind, also mindestens zwei Lagen Bewehrungsmatten in den Betonwänden vorhanden sind, oder mit Metallfassade bzw. Metaldach versehen sind. Gemäß Abschnitt 3.1 kann die Schirmdämpfung für diese Fälle und für den üblicherweise zu unterstellenden worst-case des Blitzeinschlags in das betreffende Gebäude selbst zu > 60 dB [L13] angegeben werden. Diese Schirmdämpfung ist im allgemeinen ausreichend für die Festlegung nur einer BSZ im Innenraum (BSZ 1).

Falls erforderlich kann durch die geschirmte Verkabelung der elektronischen Einrichtungen in Verbindung mit den metallenen Gehäuseschirmen (Elektronik-Schränke, Messumformer-Gehäuse, etc.) eine BSZ 2 gebildet werden. Voraussetzung dazu ist allerdings ein geschlossener EM-Schirm nach Bild 2, der eine beidseitige Schirmauflegung erfordert.