



Neue Wege zur Integration von Erdung, Potenzialausgleich, Schirmung und Blitzschutz

Lösungsvorschläge als Basis für eine erfolgreiche Installation und den
sicheren Betrieb von elektronischem Equipment
wie Smart-Metern, Last- und Energiesteuerungsmodulen
in Smart Grids und Smart Buildings im Niederspannungsverteilstromnetz

Dipl.-Ing. Dr. Ernst SCHMAUTZER

Institut für Elektrische Anlagen (schmautzer@tugraz.at)

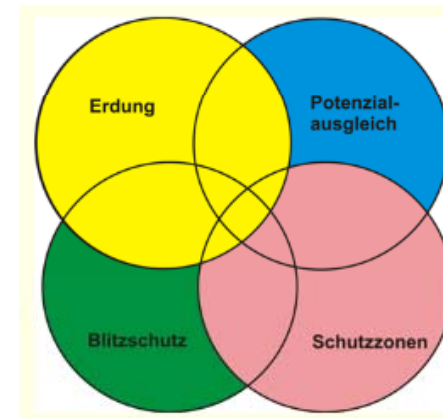
a.o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Stephan PACK

Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement (pack@tugraz.at)

Technische Universität Graz

Inhalt

- **Problemstellung: Erdung, Potentialausgleich, Blitzschutz und Schirmung**

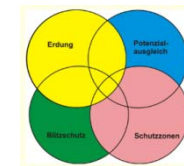


- **Stand der Technik, Stand der Wissenschaft**
- **Lösungsvorschlag**

Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung

- **Aufgabenstellung**

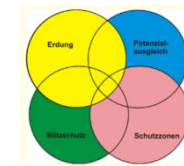
- Grundlage für die Sicherstellung der Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme
- Grundlage für die Sicherstellung des Einsatzes von modernem elektronischem Equipment in elektrischen Niederspannungsnetzen
- Integration von Erdungs-, Potenzialausgleichs-, Schirmungs- und Blitzschutzmaßnahmen



Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung

• Problemstellung

- Diese Themenbereiche werden bislang in der Planung, Ausführung und der Überprüfung vorwiegend getrennt betrachtet
- Dadurch ergeben sich in der Praxis eine Vielzahl von Problemen
 - durch Ausgleichsströme, unerwünschte Störfelder und induktive Beeinflussungen verursacht durch niederfrequente und transiente Ströme
 - durch Überspannungen verursacht durch Schaltvorgänge im Netz oder als Folge von atmosphärischen Entladungen



Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung

- In Österreich werden basierend auf dem ETG 1992 in der ETV 2002/06 bestimmte sicherheitsrelevante ÖVE Bestimmungen und ÖNORMEN für verbindlich erklärt und dem Planer, Errichter und Betreiber elektrotechnischer Anlagen somit gesetzlich vorgeschrieben
- Als Problem bei dieser Vorgangsweise stellt sich heraus, dass nur die gesetzlich verbindlichen Sicherheits-Mindestvoraussetzungen berücksichtigt werden und dem Stand der Technik sowie dem Stand der Wissenschaft (zu)wenig Augenmerk geschenkt wird
- Andere Normen, Regeln und Erkenntnisse aus der Praxis, die über die Vorgaben der Standardisierung hinausgehen, werden bei dieser Vorgangsweise nicht ausreichend berücksichtigt



Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung

Koordination, Planung, Ausführung und Betrieb von Erdungs-, PA- und Blitzschutz-Systemen von Gebäuden, Gebäudekomplexen und elektrischen Verteilanlagen wie Smart Buildings oder Smart Grids unter Beachtung betriebsfrequenter und transienter Anforderungen

Planungsphase

Ausführungsphase

Betriebsphase



Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung

Koordination, Planung, Ausführung und Betrieb von Erdungs-, PA- und Blitzschutz-Systemen von Gebäuden, Gebäudekomplexen und elektrischen Verteilanlagen wie Smart Buildings oder Smart Grids unter Beachtung betriebsfrequenter und transientser Anforderungen

Planungsphase

Stand der Technik (Normative Grundlagen)

Konzept, Planung und Anforderungen an Fundamenterder, Erdungsanlagen, Netzform, Schutzmaßnahmen, PA, Blitzschutz, EMF, EMV
E8001-1, E8383, E8014, E8049, EN 50310, E8049, EN 62305, EN 50341, EN 61347-1, EN 50164, EN 50174, ...

Leitlinien für die Erdung und Informationstechnik, EN 50174

Mehrfachverbindungen, vermaschte (bzw. sternförmige) Erdungs- und PA-Anlage, E8001-1/A4, HD 60364-4-444, ...
Sternpunktverbindungsleiter (SVL)

Planung einer gemeinsamen, abgestimmten und koordinierten vermaschten Potentialausgleichsanlage (CBN) im Gebäude oder Gebäudekomplex, EN 50310, E8001-1/A4, E8001-1/A5, EN 50174-2, EN 62305, ...

Geeignete getrennte Verlegung von Stromkreisen
Trennung durch Abstand, HD 60364-4-444

Anwendungsneutrale IKT-Verkabelung, EN 50173, 50174, EN 50098-1, ...

Berücksichtigung nichtlinearer Lasten, E8001-1, EN50174, EN 61800-5-1, ...

Wechselstromverteilungsanlage im Gebäude oder Gebäudekomplex im TN-S-oder IT-System, EN 50310, E 8001-1, (pr)HD 60364-4-444

Konzept für Schirmung und PA, Behandlung der Schirme, Ersatz-PA-Leiter
EN 50173, EN 50174

Schutz gegen direkte und indirekte Blitzwirkungen
E8001-1, E8383, E8049, EN 62305

Maßnahmen des Überspannungsschutzes, Anlagen- und Geräteschutz, Schutzbereiche und -zonen, E8001-1/A3, EN 50310, EN62305, EN 61000 Serie

Dimensionierung von Erdungsleitungen, PA-Leitern, PEN-Leitern, E8001-1/A5

Ausführungsphase

Allgemeine Sicherheitsanforderungen, Verwendung metallischer Leiter oder LWL, Schirmbehandlung, symmetrischer oder asymmetrischer Betrieb, EN 50173, EN 50174, EN 50098-1, -2, ...

Beachtung der allgemeinen Installationsleitlinien, E8001 1, EN 50310, EN 50174

Erstprüfung, Anlagenbuch, E8001-6-62, -63

Prüfung der IKT-Verkabelung, EN 50346

Prüfung des Blitzschutzsystems, EN 62305 (E8049), ÖVE Fachinformation

Betriebsphase

Betrieb elektrischer Anlagen, EN 50110

Betrieb von IKT-Anlagen, Qualitätssicherung, Verwaltung, Instandsetzung und Instandhaltung, EN 50173, EN 50174

Wiederkehrende Prüfung, Anlagenbuch E8001-6-62, -63

Prüfung des Blitzschutzsystems, EN 62305 (E8049)



Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung

Koordination, Planung, Ausführung und Betrieb von Erdungs-, PA- und Blitzschutz-Systemen von Gebäuden, Gebäudekomplexen und elektrischen Verteilanlagen wie Smart Buildings oder Smart Grids unter Beachtung betriebsfrequenter und transients Anforderungen

Planungsphase

Stand der Technik (Normative Grundlagen)

Konzept, Planung und Anforderungen an Fundamenterde, Erdungsanlagen, Netzwerke, Schutzmaßnahmen, PA, Blitzschutz, EMF, EMV
E8001-1, E8383, E8014, E8049, EN 50310, E8049, EN 62305, EN 50341, EN 61347-1, EN 50164, EN 50174, ...

Leitlinien für die Erdung und Informationstechnik, EN 50174

Mehrfachverbindungen, vermaschte (bzw. sternförmige) Erdungs- und PA-Anlage, E8001-1/A4, HD 60364-4-444, ...
Sternpunktverbindungsleiter (SVL)

Planung einer gemeinsamen, abgestimmten und koordinierten vermaschten Potentialausgleichsanlage (CBN) im Gebäude oder Gebäudekomplex, EN 50310, E8001-1/A4, E8001-1/A5, EN 50174-2, EN 62305, ...

Geeignete getrennte Verlegung von Stromkreisen
Trennung durch Abstand, HD 60364-4-444

Anwendungsneutrale IKT-Verkabelung, EN 50173, 50174, EN 50098-1, ...

Berücksichtigung nichtlinearer Lasten, E8001-1, EN50174, EN 61800-5-1, ...

Wechselstromverteilungsanlage im Gebäude oder Gebäudekomplex im TN-S-oder IT-System, EN 50310, E 8001-1, (pr)HD 60364-4-444

Konzept für Schirmung und PA, Behandlung der Schirme, Ersatz-PA-Leiter
EN 50173, EN 50174

Schutz gegen direkte und indirekte Blitzwirkungen
E8001-1, E8383, E8049, EN 62305

Maßnahmen des Überspannungsschutzes, Anlagen- und Geräteschutz, Schutzbereiche und -zonen, E8001-1/A3, EN 50310, EN62305, EN 61000 Serie

Dimensionierung von Erdungsleitungen, PA-Leitern, PEN-Leitern, E8001-1/A5

Ausführungsphase

Allgemeine Sicherheitsanforderungen, Verwendung metallischer Leiter oder LWL, Schirmbehandlung, symmetrischer oder asymmetrischer Betrieb, EN 50173, EN 50174, EN 50098-1, -2, ...

Beachtung der allgemeinen Installationsleitlinien, E8001 1, EN 50310, EN 50174

Erstprüfung, Anlagenbuch, E8001-6-62, -63

Prüfung der IKT-Verkabelung, EN 50346

Prüfung des Blitzschutzsystems, EN 62305 (E8049), ÖVE Fachinformation

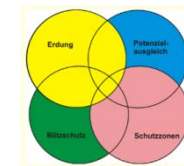
Betriebsphase

Betrieb elektrischer Anlagen, EN 50110

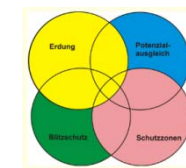
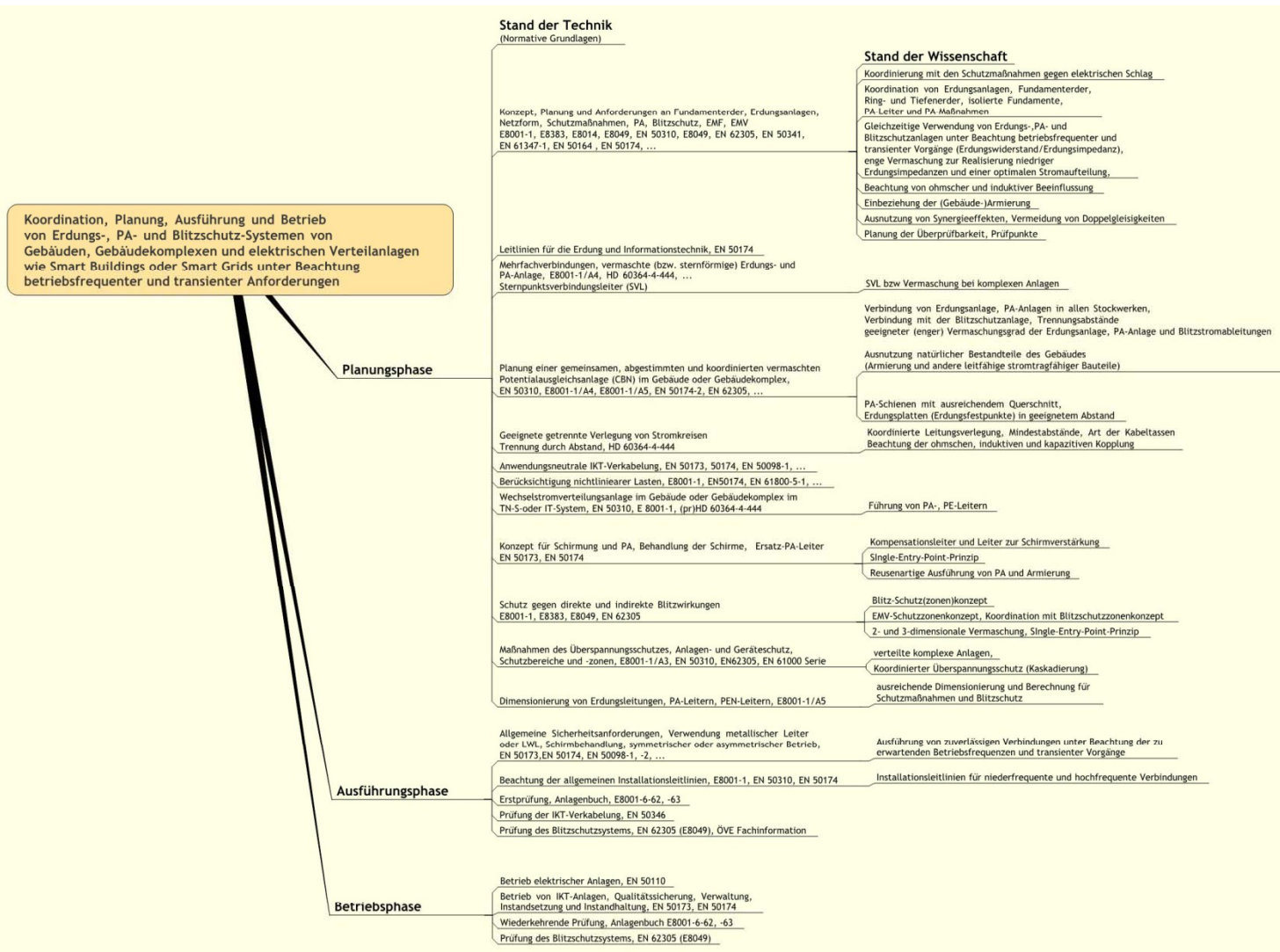
Betrieb von IKT-Anlagen, Qualitätssicherung, Verwaltung, Instandsetzung und Instandhaltung, EN 50173, EN 50174

Wiederkehrende Prüfung, Anlagenbuch E8001-6-62, -63

Prüfung des Blitzschutzsystems, EN 62305 (E8049)



Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung



Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung

Stand der Technik (Normative Grundlagen)

Konzept, Planung und Anforderungen an Fundamenterder, Erdungsanlagen, Netzform, Schutzmaßnahmen, PA, Blitzschutz, EMF, EMV
E8001-1, E8383, E8014, E8049, EN 50310, E8049, EN 62305, EN 50341, EN 61347-1, EN 50164, EN 50174, ...

Leitlinien für die Erdung und Informationstechnik, EN 50174

Mehrfachverbindungen, vermaschte (bzw. sternförmige) Erdungs- und PA-Anlage, E8001-1/A4, HD 60364-4-444, ...
Sternpunktverbindungsleiter (SVL)

Planung einer gemeinsamen, abgestimmten und koordinierten vermaschten Potentialausgleichsanlage (CBN) im Gebäude oder Gebäudekomplex, EN 50310, E8001-1/A4, E8001-1/A5, EN 50174-2, EN 62305, ...

Geeignete getrennte Verlegung von Stromkreisen
Trennung durch Abstand, HD 60364-4-444

Anwendungsneutrale IKT-Verkabelung, EN 50173, 50174, EN 50098-1, ...
Berücksichtigung nichtlinearer Lasten, E8001-1, EN50174, EN 61800-5-1, ...
Wechselstromverteilungsanlage im Gebäude oder Gebäudekomplex im TN-S-oder IT-System, EN 50310, E 8001-1, (pr)HD 60364-4-444

Konzept für Schirmung und PA, Behandlung der Schirme, Ersatz-PA-Leiter
EN 50173, EN 50174

Schutz gegen direkte und indirekte Blitzwirkungen
E8001-1, E8383, E8049, EN 62305

Maßnahmen des Überspannungsschutzes, Anlagen- und Geräteschutz, Schutzbereiche und -zonen, E8001-1/A3, EN 50310, EN62305, EN 61000 Serie

Dimensionierung von Erdungsleitungen, PA-Leitern, PEN-Leitern, E8001-1/A5

Stand der Wissenschaft

Koordinierung mit den Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag

Koordination von Erdungsanlagen, Fundamenterder, Ring- und Tiefenerder, isolierte Fundamente, PA-Leiter und PA-Maßnahmen

Gleichzeitige Verwendung von Erdungs-, PA- und Blitzschutzanlagen unter Beachtung betriebsfrequenter und transienter Vorgänge (Erdungswiderstand/Erdungsimpedanz), enge Vermaschung zur Realisierung niedriger Erdungsimpedanzen und einer optimalen Stromaufteilung,

Beachtung von ohmscher und induktiver Beeinflussung

Einbeziehung der (Gebäude-)Armierung

Ausnutzung von Synergieeffekten, Vermeidung von Doppelgleisigkeiten

Planung der Überprüfbarkeit, Prüfpunkte

SVL bzw Vermaschung bei komplexen Anlagen

Verbindung von Erdungsanlage, PA-Anlagen in allen Stockwerken, Verbindung mit der Blitzschutzanlage, Trennungsabstände geeigneter (enger) Vermaschungsgrad der Erdungsanlage, PA-Anlage und Blitzstromableitungen

Ausnutzung natürlicher Bestandteile des Gebäudes (Armierung und andere leitfähige stromtragfähiger Bauteile)

PA-Schienen mit ausreichendem Querschnitt, Erdungsplatten (Erdungsfestpunkte) in geeignetem Abstand

Koordinierte Leitungsverlegung, Mindestabstände, Art der Kabeltassen
Beachtung der ohmschen, induktiven und kapazitiven Kopplung

Führung von PA-, PE-Leitern

Kompensationsleiter und Leiter zur Schirmverstärkung

Single-Entry-Point-Prinzip

Reusenartige Ausführung von PA und Armierung

Blitz-Schutz(zonen)konzept

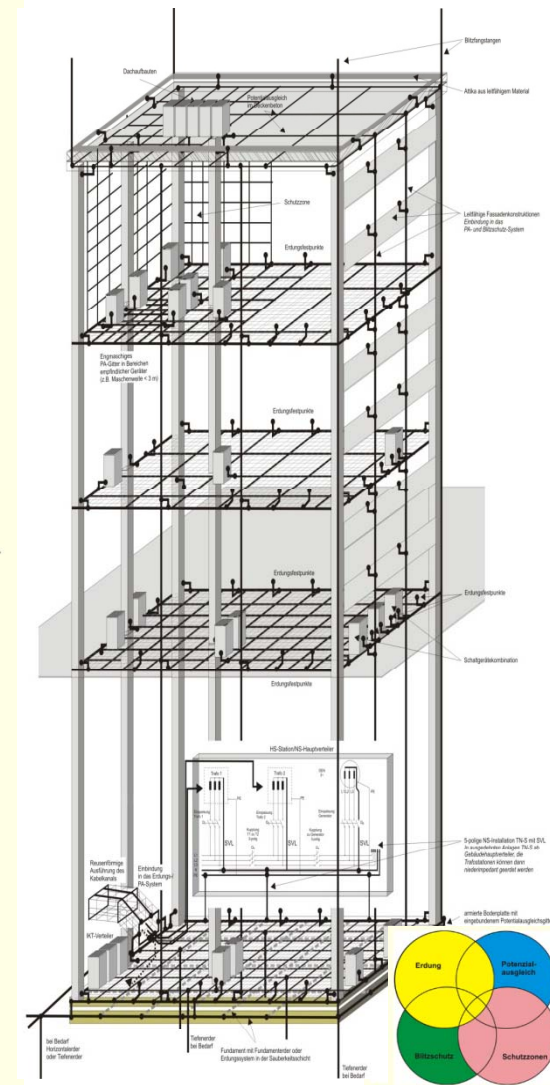
EMV-Schutzzonenkonzept, Koordination mit Blitzschutzzonenkonzept

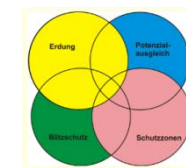
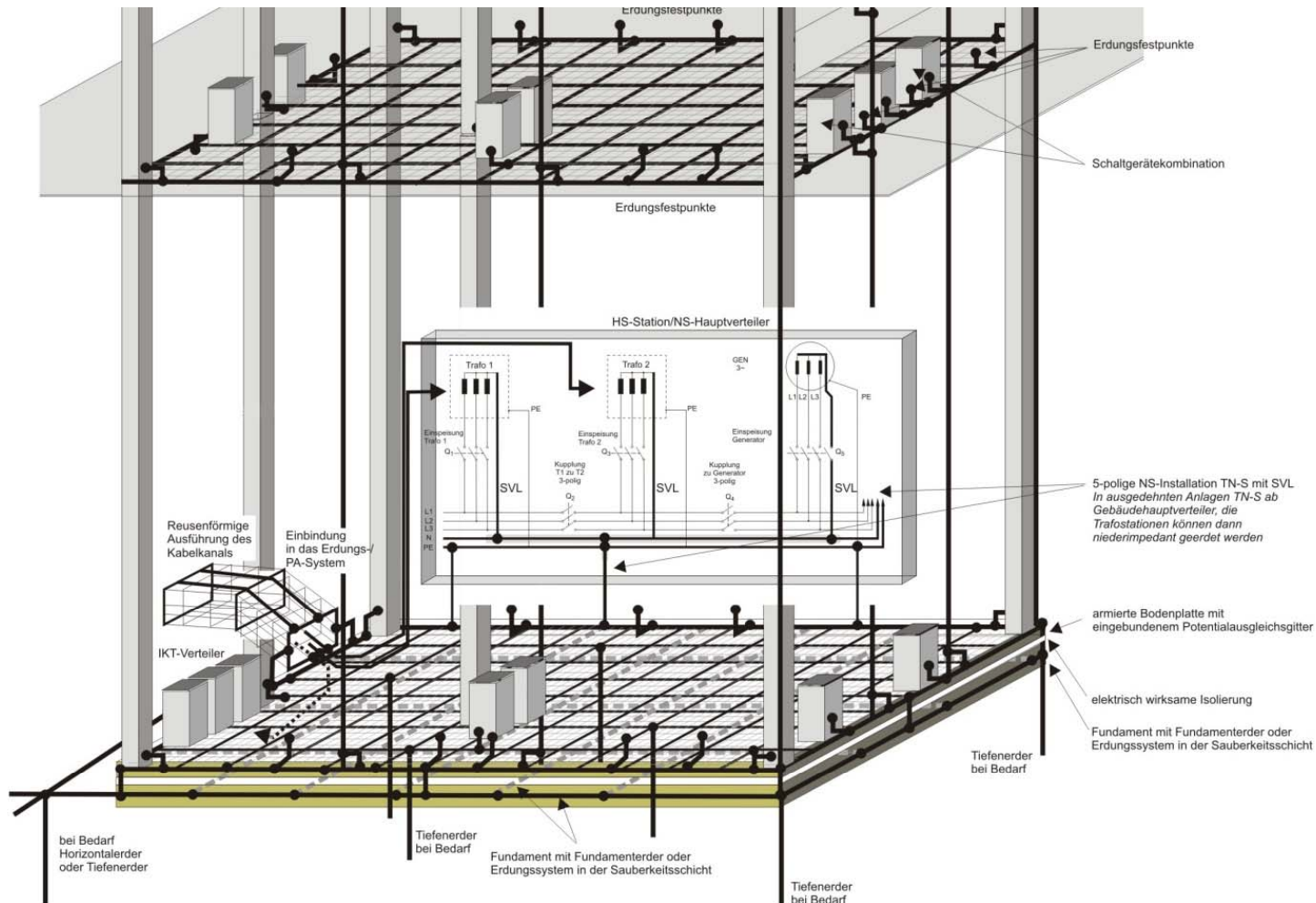
2- und 3-dimensionale Vermaschung, Single-Entry-Point-Prinzip

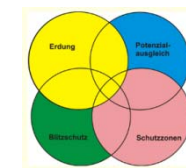
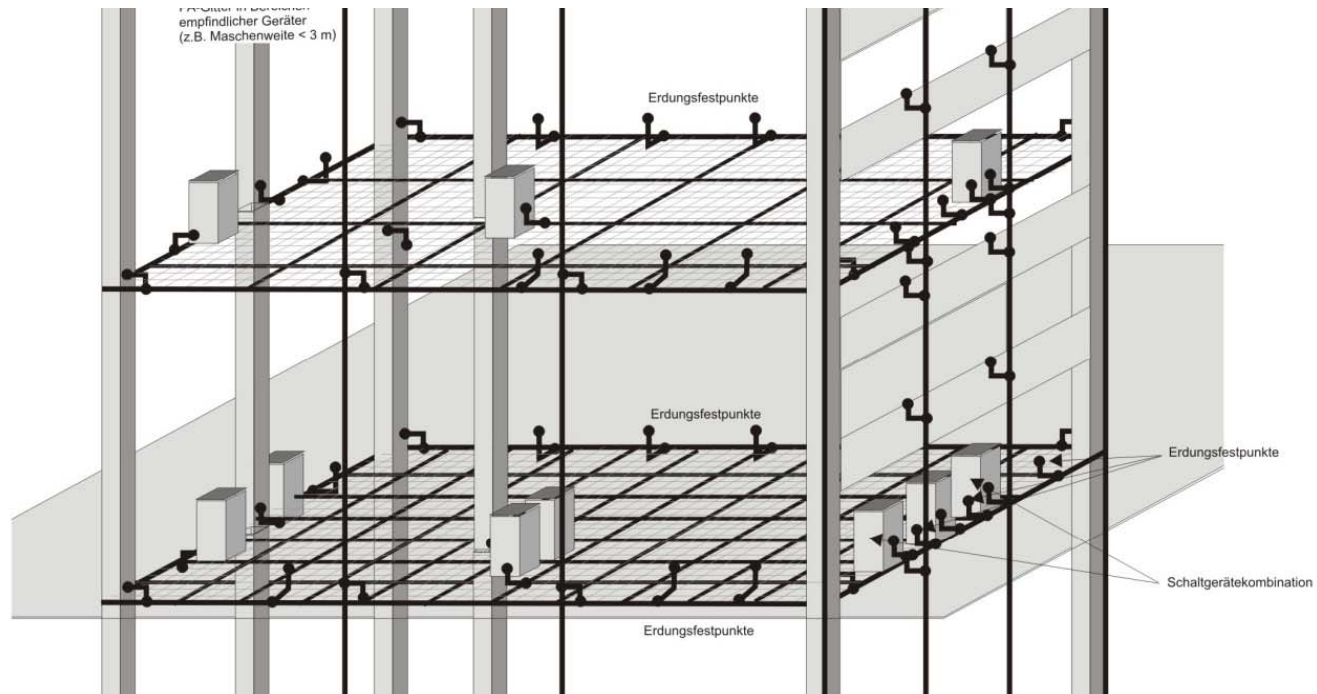
verteilte komplexe Anlagen,

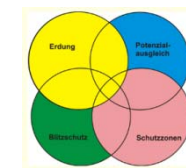
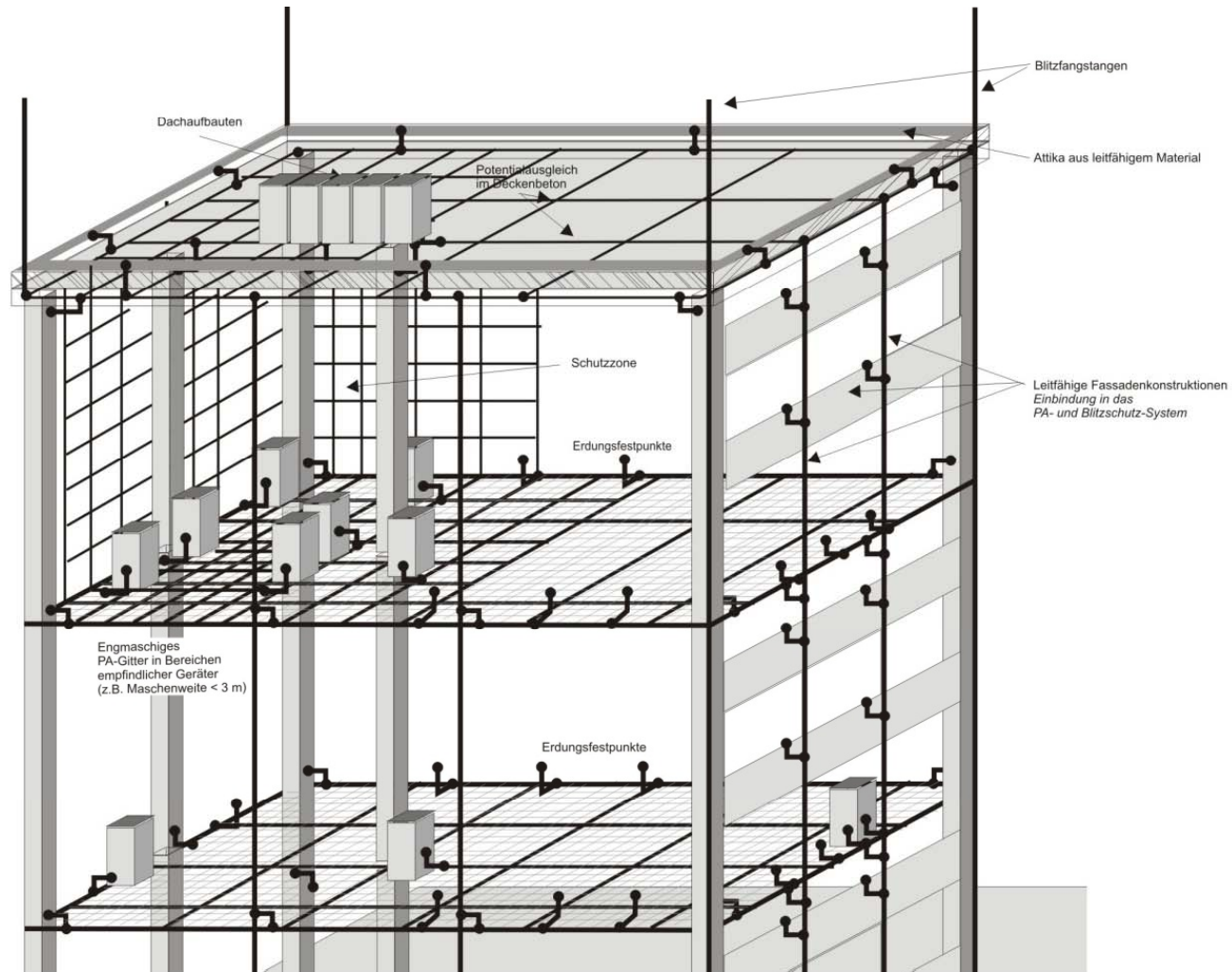
Koordinierter Überspannungsschutz (Kaskadierung)

ausreichende Dimensionierung und Berechnung für Schutzmaßnahmen und Blitzschutz





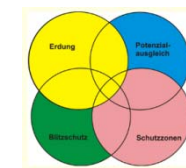
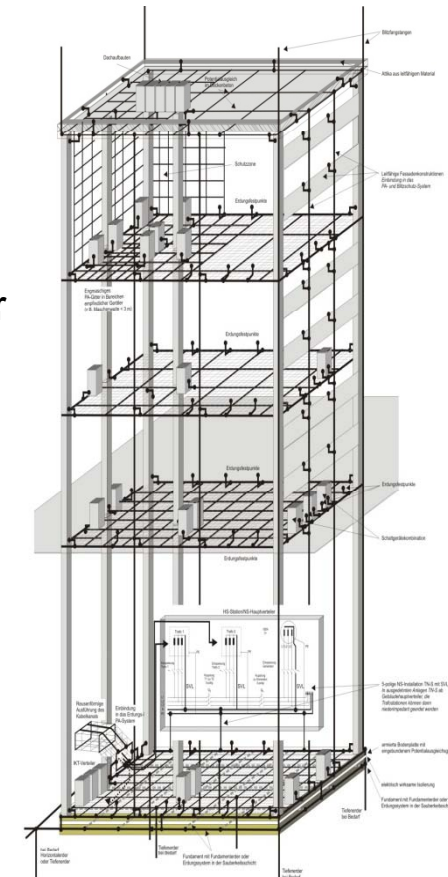




Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung

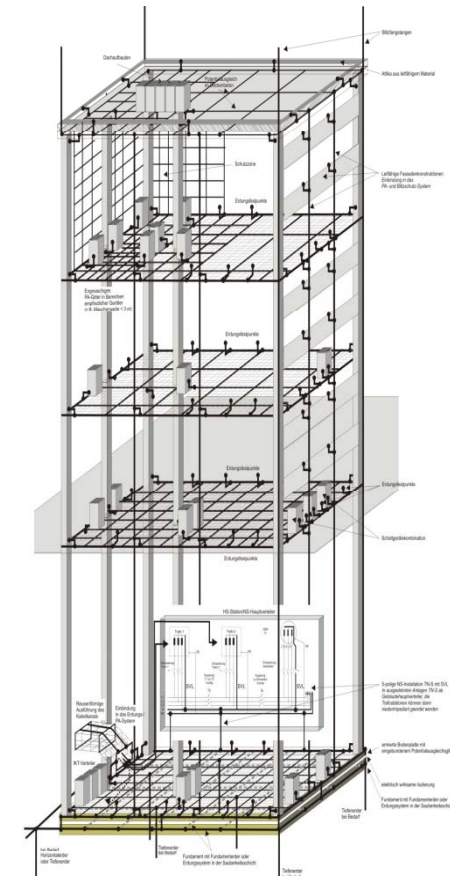
• Zusammenfassung

- Nur ganzheitliche Betrachtung und Realisierung von
 - Erdungs-, Potenzialausgleichs-, Blitzschutzsystemen sowie
 - EMV- und Blitz-Schutzzonen
 als ein gemeinsam koordiniertes System unter Berücksichtigung betriebsfrequenter und transients Vorgänge ermöglicht einen zukunftssicheren und flexiblen Betrieb und
- erfüllt die Anforderungen hinsichtlich Schutz gegen elektrischen Schlag, minimiert die ohmsche, induktive und kapazitive Beeinflussung
- reduziert das Auftreten elektromagnetischer Felder
- ermöglicht die Realisierung qualitativ hochwertiger Maßnahmen für einen sicheren Personen- und Sachschutz sowie einen funktionierenden Blitz- und Überspannungsschutz



Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schirmung

- Die Funktion eines Erdungs- und PA-Systems unter Einbeziehung des Blitzschutzes und anderer Schutzzonekonzepte (z.B. innerer Blitzschutz, Überspannungsschutz, EMV, EMF)
- kann gut in gestalterische Konzepte einer baulichen Anlage eingebunden werden, sofern dies rechtzeitig in der Planung Berücksichtigung findet
- Bei Ausführungen mit Stahlbeton oder Stahlkonstruktionen, metallenen Dächern und Metallfassaden oder –verkleidungen kann ein Erdungs-, Potentialausgleichs- und Blitzschutzsystem (unauffällig) integriert werden
 - Innovative Details moderner Architektur können in das Schutzkonzept eingebunden werden, ohne dass dabei die architektonische Gestaltung oder die technische Funktion berührt oder abgeändert werden müssen.



Neue Wege zur Integration von Erdung, Potenzialausgleich, Schirmung und Blitzschutz

Lösungsvorschläge als Basis für eine erfolgreiche Installation und den
sicheren Betrieb von elektronischem Equipment
wie Smart-Metern, Last- und Energiesteuerungsmodulen
in Smart Grids und Smart Buildings im Niederspannungsverteilstromnetz

Dipl.-Ing. Dr. Ernst SCHMAUTZER

Institut für Elektrische Anlagen (schmautzer@tugraz.at)

a.o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Stephan PACK

Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement (pack@tugraz.at)

Technische Universität Graz

