

MODERNE POTENZIALAUSGLEICHSSYSTEME ALS INTEGRALER GEBÄUDEBESTANDTEIL

Die Bedeutung eines integrierten Potenzialausgleichs als Basis für einen zuverlässigen Betrieb von Leittechnikgebäuden in modernen Hochspannungsnetzen

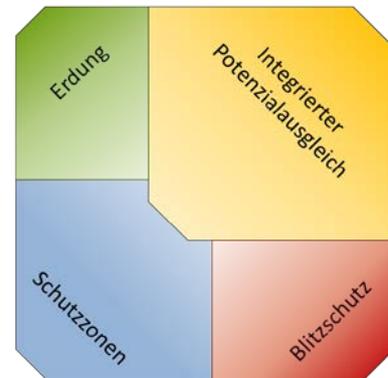
Stephan PACK¹, Ernst SCHMAUTZER²

Kurzfassung: Ein integrierter Potenzialausgleich wird bei der Errichtung oder dem Umbau von Leittechnikgebäuden in zunehmendem Maße bedeutender, um einen zuverlässigen Betrieb und eine geringe Ausfallwahrscheinlichkeit der energietechnischen und informationstechnischen Anlagen und Betriebsmittel gewährleisten zu können. In diesen zeitgemäßen Konzepten wird das gesamte Gebäude oder einzelne Gebäudeabschnitte mit ihren unterschiedlichen Raumnutzungen und Aufgaben anforderungsorientiert ausgerüstet. Das umgesetzte integrierte Potenzialausgleichssystem stellt dabei das elektrotechnische Rückgrat als Bezugspotenzial sicher, welches in der Lage ist, sowohl den betriebsfrequenten als auch den transienten Anforderungen gerecht zu werden.

Keywords: Integrierter Potenzialausgleich, Erdung, Blitzschutz, Schutzzonen, Leittechnik, Gebäude, Umspannwerke, Schaltanlagen, Hochspannungsnetz

1. Ausgangssituation

Während noch vor wenigen Jahren der Potenzialausgleich vorwiegend aufgrund normativer Vorgaben zum Personen- und Sachschutz bei elektrischen Systemen eingesetzt wurde, kommen moderne Gebäude ohne ein integriertes Potenzialausgleichssystem nicht mehr aus. Heute stehen neben dem Personenschutz auch ein zuverlässiger Betrieb und eine geringe Ausfallwahrscheinlichkeit der energietechnischen und informationstechnischen Anlagen und Betriebsmittel im Vordergrund, darüber hinaus ist auch der optimierte Einsatz von wirtschaftlichen Ressourcen zu berücksichtigen.



Wird heute ein Leittechnikgebäude geplant, errichtet oder umgebaut, ist es notwendig, bereits in der Vorplanungs- bzw. Planungsphase das Potenzialausgleichssystem als wesentlichen Bestandteil des Gebäudes zu berücksichtigen. Dabei dürfen die funktionellen Zusammenhänge zwischen Potenzialausgleich, globaler und lokaler Erdung, Schirmung, Überspannungsschutz, Blitzschutz, EMF und EMV nicht außer Acht gelassen werden, wobei lokale und auch globale Effekte berücksichtigt werden müssen.

Um alle anlagenspezifischen und baukörperspezifischen Maßnahmen hinsichtlich der speziellen Anforderungen an die Ausführung von Potenzialausgleichssystemen

¹ A.o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Stephan **Pack**, Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement, Technische Universität Graz, Inffeldgasse 18, 8010 Graz, Österreich, pack@tugraz.at

² Dipl.-Ing. Dr. techn. Ernst **Schmautzer**, Institut für Elektrische Anlagen, Technische Universität Graz, Inffeldgasse 18, 8010 Graz, Österreich, schmautzer@tugraz.at

insbesondere in Leittechnikgebäuden berücksichtigen zu können, ist es unbedingt notwendig, ein Gesamtkonzept zu erstellen.

2. Konventionell ausgeführter Potenzialausgleich

Sehr oft wird angenommen, dass bei einem konventionell ausgeführten Potenzialausgleich in allen Bereichen eines Gebäudes das gleiche Potenzial herrscht. Tatsächlich können aber in den Potenzialausgleichsleitungen aufgrund der vorkommenden unterschiedlichen Größen von betriebsfrequenten Strömen und den verschiedensten Arten von transienten Strömen beachtliche Potenzialdifferenzen (z.B.: Spannungsabfälle) auftreten, die zu Gefährdungen und zu Schäden führen.

Ein konventionell ausgeführter Potenzialausgleich wird meist strahlenförmig oder sehr grobmaschig errichtet, was zwar traditionell seine Berechtigung hat, die heute erforderlichen Ziele können jedoch damit nicht erreicht werden.

3. Moderne Potenzialausgleichssysteme

Leittechnikgebäude stellen z.B. im Zuge einer zukunftsorientierten Netzentwicklung und der Modernisierung der Netze eine zentrale Komponente im Sinn der Netzsicherheit und Netzzuverlässigkeit von Energiesystemen dar³. Moderne Errichtungskonzepte sehen daher vor, das gesamte Leittechnikgebäude mit einem in den Baukörper integrierten oder an den Baukörper angebrachten Potenzialausgleichssystem auszustatten.

Mit solchen Konzepten können daher das gesamte Gebäude oder einzelne Gebäudeabschnitte mit ihren unterschiedlichen Raumnutzungen und Aufgaben im elektrischen Hochspannungsnetz individuell berücksichtigt werden. Das integrierte Potenzialausgleichssystem stellt dabei das elektrotechnische Rückgrat als Bezugspotenzial sicher, welches in der Lage ist, sowohl den betriebsfrequenten als auch den transienten Anforderungen gerecht zu werden.

4. Vorschriftensituation

In Österreich gibt es zahlreiche Bestimmungen für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Anlagen, die für die Planung, Errichtung und den Betrieb zur Verfügung stehen, wobei einzelne Bestimmungen im Zuge der Elektrotechnikverordnung für verbindlich erklärt werden.

In den in der folgenden Tabelle (Abb. 1) angeführten Normen (verbindliche Vorschriften und weitere nicht verbindliche Bestimmungen) werden die für Leittechnikgebäude relevanten Funktionsbereiche Erdung, Potenzialausgleich, Schutzmaßnahmen, Blitzschutz, Überspannungen, Schirmung, Beeinflussung und EMV behandelt. Begriffe wie Erdung, Potenzialausgleich, EMV werden in nahezu allen angeführten Normen behandelt. Eine Reihe von Bestimmungen für die Errichtung von Niederspannungsanlagen, insbesondere auch

³ Erdungsanlagen stehen in einem engen Wechselspiel mit anderen Erdungsanlagen und stellen die entscheidenden Schwerpunkte von globalen Erdungssystemen dar. Die Verbindung von Erdungs- und Potenzialausgleichssystemen von Schaltanlagen, Umspannwerken im Hoch- und Mittelspannungsbereich z.B. durch Parallelerder und Schirme erlaubt moderne Schutzmaßnahmen und unterstützt die Beherrschung der elektromagnetischen Verträglichkeit.

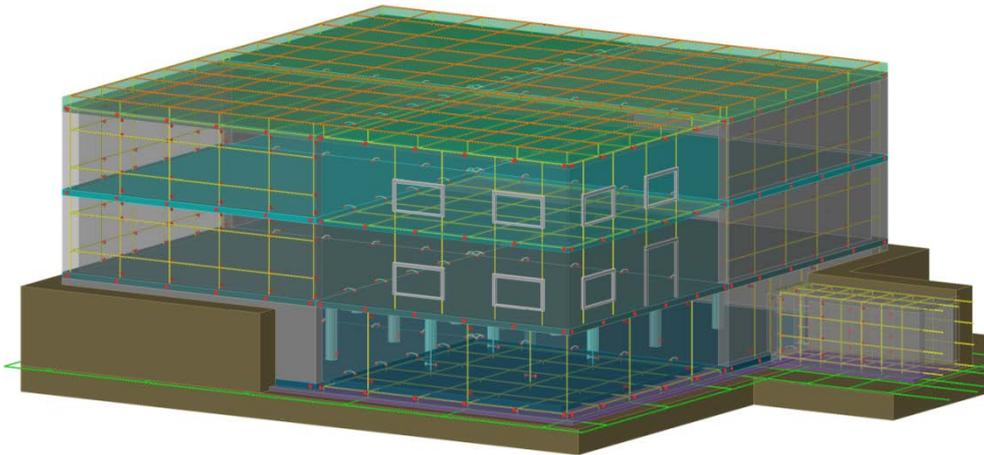


Abb. 2: Integrierte Potenzialausgleichssysteme eines Leittechnikgebäudes

Um möglichst kurze Anbindungsmöglichkeiten der elektrotechnischen und informationstechnischen Betriebsmittel an das integrierte Potenzialausgleichssystem zu gewährleisten, sind Anschlussstellen (Anschlussplatten, Fahnen) sowohl im Inneren des Gebäudes (z.B. Betonoberflächen, Zwischenwänden, Stützsäulen, Boden, Decken, usw.) als auch an den Außenseiten des Leittechnikgebäudes in regelmäßigen Abständen (Abb. 3) vorzusehen.



Abb. 3: Erdungsfestpunkte zur Anbindung des integrierten Potenzialausgleichssystems an das umliegende Erdungssystem

Bestandteile des Baukörpers, wie z. B. die Bewehrung, Metallträger und metallene Stützpfeiler, leitende Fassadenkonstruktionen usw. müssen dabei in das Gesamtkonzept für den Potenzialausgleich einbezogen werden.

6. Konsequenzen

Mit einem konventionell ausgeführten Potenzialausgleichssystem können nur die Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag abgedeckt und damit den grundlegenden Vorschriften genüge getan werden. Allerdings bedeutet dies in den meisten Fällen, dass der

dauerhaft störungsfreie Betrieb der elektrischen und informationstechnischen Systeme nicht garantiert ist. Sowohl innerhalb moderner Gebäude als auch außerhalb dieser werden informationstechnische Einrichtungen, die im Einflussbereich der Erdungs- und Potentialausgleichssysteme liegen, beeinflusst. Sehr oft sind dann im Nachhinein technisch aufwendige und daher teure Ersatzmaßnahmen erforderlich, um den Zielen, die durch ein integriertes Potenzialausgleichssystem leicht erreicht werden, nahe zu kommen. In manchen Fällen können versäumte Planungsschritte und Umsetzungsmängel im Gesamtkonzept durch Ersatzmaßnahmen nicht wettgemacht werden. Da Erdungs- bzw. Potenzialausgleichssysteme in jedem Fall und immer spezielle Lösungen sind, müssen bei der Planung und Dimensionierung alle Fachleute und Experten einbezogen werden (Abb. 4).



Abb. 4: Errichtung eines Leittechnikraumes und Einbindung eines Schaltschranks in das Potenzialausgleichssystem

Neben den technischen Nachteilen wie mangelnde Funktionalität oder geringere Zuverlässigkeit der Betriebsmittel, die durch einen Verzicht auf integrierte Potenzialausgleichssysteme in Leittechnikgebäuden verursacht werden, dürfen die wirtschaftlichen Konsequenzen infolge unberechenbarer Betriebsmittelstörungen und damit verbundener Störungen nicht unberücksichtigt bleiben. Zwar werden vorerst die Errichtungskosten unter Annahme falscher technischer Randbedingungen minimiert, meist aber verursachen Folgewirkungen infolge der oben angeführten Nachteile unvorhersehbare Kosten.

Aus architektonischer Sicht kann die wunschgemäße Funktion eines Potenzialausgleichsystems durch die Integration in den Baukörper auch sehr gut in gestalterische Konzepte eingebunden werden, sofern dies rechtzeitig in der Planung Berücksichtigung findet. Nicht nur bei Ausführungen mit Stahlbeton oder Stahlkonstruktionen und metallenen Dächern kann ein modernes Potenzialausgleichssystem in den Baukörper integriert werden. Ebenso können innovative Details moderner Architektur, wie z.B. Metallfassaden, Metallverkleidungen oder Bewuchsgitter in das Schutzkonzept eingebunden werden, ohne dass dabei die architektonische Gestaltung oder die technische Funktion berührt werden oder gar abgeändert werden müssen.

7. Literatur, Normen

NS-Anlagen	
ÖVE/ÖNORM E 8002:	Gebäude für Menschenansammlungen, Hochhäuser
ÖVE/ÖNORM E 8007:	Medizinisch genutzte Räume, Krankenhäuser Arztpraxen
ÖVE/ÖNORM EN 50310:2011	Maßnahmen für Erdung und Potentialausgleich in Gebäuden mit IKT
HS-Anlagen	
ÖVE/ÖNORM E 8383: 2000	Starkstromanlagen mit Nennwechselspannung über 1 kV
ÖVE/ÖNORM E 8384: 2007	Erdungen in Wechselstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV
ÖVE/ÖNORM EN 50522:2011	Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV
VDE 0102: 2002	Kurzschlussströme in Drehstromnetzen - Berechnung der Ströme (IEC 60909-0: 2001) Deutsche Fassung EN 60909-0:2001
ÖVE/ÖNORM EN 50122	Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag
ÖVE/ÖNORM EN 50121-Serie	Bahnanwendungen - Elektromagnetische Verträglichkeit
Erdungsanlagen	
ÖVE/ÖNORM E 8014-1: 2006	Errichtung von Erdungsanlagen für elektrische Anlagen
ÖVE/ÖNORM E 8014-2: 2006	Fundamenterder
ÖVE/ÖNORM E 8014-3: 2006	Erdungsanlagen in Gebäuden mit IKT
Betrieb	
ÖVE/ÖNORM EN 50110:2008 ff	Betrieb elektrischer Anlagen
Prüfung	
ÖVE/ÖNORM E 8001-6-1,2,3: 2001...2003	Überprüfen von elektrischen NS Anlagen, HD 60364-7-701:2007
Blitzschutz	
ÖVE/ÖNORM EN 62305-1: 2012	Blitzschutz -- Teil 1: Allgemeine Grundsätze
ÖVE/ÖNORM EN 62305-2: 2013	Blitzschutz -- Teil 2: Risiko-Management
ÖVE/ÖNORM EN 62305-3: 2012	Blitzschutz -- Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
ÖVE/ÖNORM EN 62305-4: 2012	Blitzschutz -- Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen
IKT, EMV	
ÖVE/ÖNORM EN 50173-1: 2011	Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen -- Teil 1: Allgemeine Anforderungen
ÖVE/ÖNORM EN 50173-2: 2011	Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen -- Teil 2: Bürogebäude
ÖVE/ÖNORM EN 50173-3: 2011	Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen -- Teil 3: Industriell genutzte Standorte
ÖVE/ÖNORM EN 50173-4: 2013	Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen -- Teil 4: Wohnungen
ÖVE/ÖNORM EN 50173-5: 2013	Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen -- Teil 5: Rechenzentren

ÖVE/ÖNORM EN 50174-1:2011	Installation von Kommunikationsverkabelung -- Teil 1: Installationspezifikation und Qualitätssicherung
ÖVE/ÖNORM EN 50174-2:2011	Installation von Kommunikationsverkabelung -- Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden
ÖVE/ÖNORM EN 50174-3:2004	Installation von Kommunikationsverkabelung -- Teil 3: Installationsplanung und -praktiken im Freien
ÖVE/ÖNORM EN 50178:1998	Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
ÖVE-F 1:1980 ...	Fernmeldeanlagen, Erdungsanlagen, Überspannungsschutz, PA
ITUT-T: 1990 ... 2008	Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines
ÖVE-B 1	Beeinflussung durch Hochspannungsanlagen
ÖVE/ÖNORM EN 50443:2012	Auswirkungen elektromagnetischer Beeinflussungen von Hochspannungswechselstrombahnen und/oder Hochspannungsanlagen auf Rohrleitungen
ÖVE/ÖNORM EN 61000-6-1:2007	EMV - Teil 6-1: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
ÖVE/ÖNORM EN 61000-6-2:2006	EMV - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche
ÖVE/ÖNORM EN 61000-6-3:2011	EMV - Teil 6-3: Fachgrundnormen - Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
ÖVE/ÖNORM EN 61000-6-3:2011	EMV - Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für Industriebereiche
IEC TR 61000-5-2:1997	EMC - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 2: Earthing and cabling
ÖVE/ÖNORM EN 50346:2010	Begrenzung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern von Geräten, von 0 Hz bis 300 GHz
ÖVE/ÖNORM E 8001-2:2013	Errichtung von elektrischen Anlagen mit UN bis 1000 VAC und 1500 VAC, Teil 2: Elektrische Betriebsmittel
TOR: 2014	Technische und Organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR)
DIN VDE 0100-540	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Erdungsanlagen und Schutzleiter (IEC 60364-5-54:2011)
ANSI/TIA/EIA-607	GROUNDING AND BONDING REQUIREMENTS FOR TELECOMMUNICATIONS IN COMMERCIAL BUILDINGS
ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2	Commercial Building - Telecommunications Cabling Standard
BS 7671: 2008 ...	Requirements for Electrical Installations, IEE Wiring Regulations
VDE 0100-800: 2014	Fernmeldetechnik