Optimierung der Potenzialausgleichsanlage für IT-Einrichtungen

Autor(en): **Arnold, Michael Johannes / Arnold, Martin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **105 (2014)**

Heft 2

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856193

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Optimierung der Potenzialausgleichsanlage für IT-Einrichtungen

Systembezugspotenzialebene SRPP

In komplexen IT-Anlagen wie Rechenzentren muss ein zuverlässiger Signalbezug bis zu den höchsten Frequenzen gewährleistet sein. IT-Verkabelungen sind in enger Nachbarschaft zu einem vermaschten Erdernetz zu verlegen. Partiell gebildete Erdernetze müssen durch Potenzialausgleichsleiter untereinander verbunden werden. Durch eine Systembezugspotenzialebene (SRPP, System Reference Potential Plane) mit niedriger Impedanz kann diese Vorgabe, auch in Anlehnung an die aktuelle Normung, optimal umgesetzt werden.

Michael Johannes Arnold, Martin Arnold

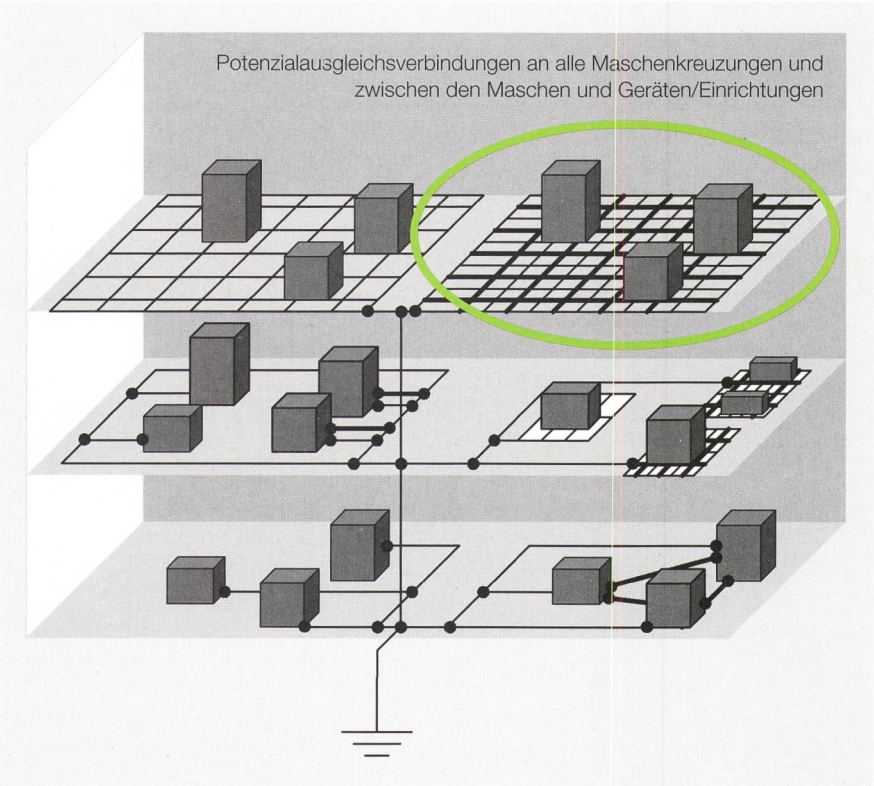
In Gebäuden, in denen Einrichtungen der Informationstechnik installiert werden, erfordert die Ausführung der elektrischen Infrastruktur grosse Aufmerksamkeit. Das Risiko von elektrischen Gefährdungen für solche Einrichtungen muss minimiert werden. Die Kabelverbindungen und deren Verlegung, die Ausbildung von Erdernetzen mit den notwendigen Vermaschungen und die Ausführungsqualitäten bilden einen wichtigen Bestandteil bei IT-Systemen. Ein zuverlässiger Signalbezug bis zu den höchsten in Betracht kommenden Frequenzen ist zu gewährleisten. Vor allem Rechenzentren, Serverräume, Verteilerräume und auch Händlerarbeitsplätze sind als bedeutungsvoll einzustufen.

Unterbrechungen von IT-Diensten können schwerwiegende Folgen haben. Eine mangelhafte Planung, die Verwendung von ungeeigneten Komponenten oder eine fehlerhafte Errichtung der Installationen, im Besonderen des Erdungssystems und des Potenzialausgleichs, können die Funktionalität einer Einrichtung und somit die Effektivität eines Unternehmens stark beeinträchtigen. Nicht zuletzt kann auch die Störfestigkeit des Erdernetzes bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) beeinträchtigt werden [1,2].

Grossflächige Potenzialebenen sind anzustreben

Potenzialausgleichsverbindungen als Maschen oder zwischen solchen (Bild 1), aber auch grossflächige Strukturierungen werden in der aktuellen Normung [1,2] und zum Teil auch bereits in älteren Normenausgaben mit den Begriffen «empfohlen», «sollen», «erforderlich» oder «müssen» genannt. In den aktuellen Normen werden grossflächige Strukturierungen direkt oder indirekt mehrfach erwähnt. Von Erdungsgitterrahmen, vermaschten Erdernetzen, Bezugspotenzialebenen, Potenzialausgleichsmatten, Maschenabmessungen, Mehrfachleiter, parallelen Erdungsleitern und sogar von Platten ist die Rede. In Ergänzung zu solchen Ausführungen stehen oftmals Begründungen der Massnahmen oder es werden erläuternde Anmerkungen angefügt. Einige Beispiele:

- IT-Verkabelungen sollen nahe zu einem vermaschten Erdernetz erfolgen.
- Erdernetze müssen durch Potenzialausgleichsleiter untereinander verbunden werden.
- Eine vermaschte Struktur, eine gemeinsame Potenzialausgleichsanlage (CBN: common bonding network) mit niedriger Impedanz ist erforderlich.
- Für komplexe Anlagen muss eine Systembezugspotenzialebene mit einer niedrigen Impedanz für alle in Betracht kommenden Frequenzen sichergestellt werden.



SN EN 50310, S.15

Bild 1 Beispiel von begrenzt ausgelegten Bereichen von Erdernetzwerken in Gebäuden. [1] Prinzipielle Darstellung für die Anwendung z.B. in Serverräumen oder Rechenzentren.

SN EN 50310, S.18

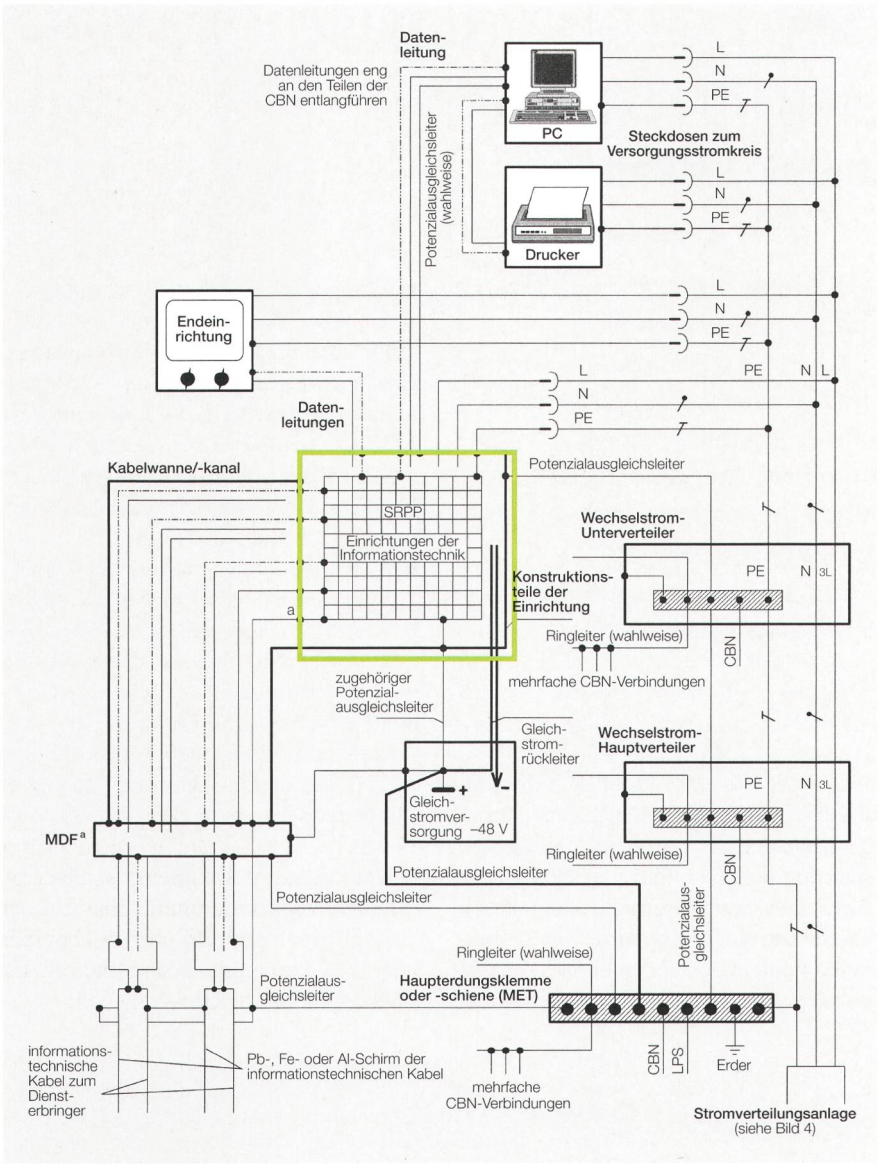


Bild 2 Prinzipbeispiel einer verbesserten Potenzialausgleichsanlage in einem Gebäude. [1] In Bereichen mit einer Massierung von IT-Einrichtungen, wie sie in Serverräumen oder Rechenzentren vorkommen, ist die Installation einer SRPP-Struktur die optimale Lösung.

Arnold

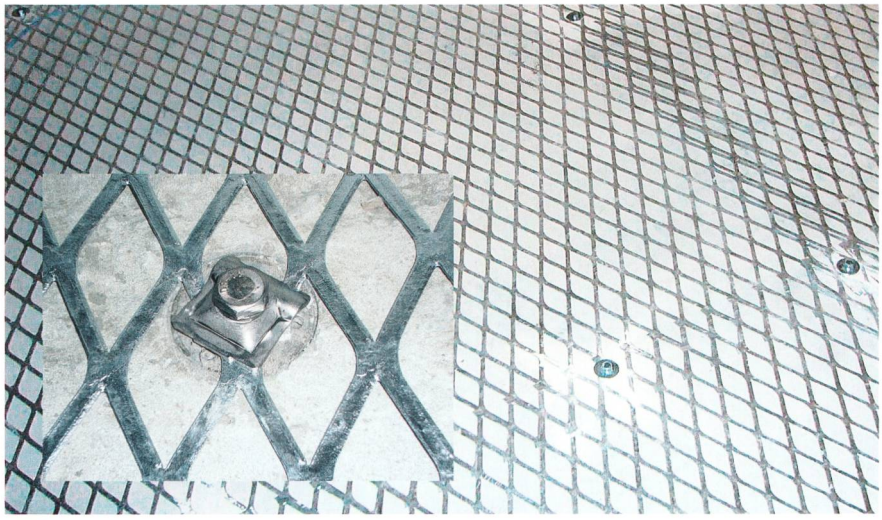


Bild 3 Grossflächig verlegte Systembezugsebene mit Stossüberlappungen in einem Rechenzentrum. Mit den eingelegten Anschlusselementen ist eine optimale Verbindung mit der Bewehrung gewährleistet.

- Zwischen Bauelementen der informationstechnischen Infrastruktur sind Potenzialausgleichsleiter notwendig.
- Die Flächen empfindlicher Schleifen sind zu minimieren. Durch zusätzliche Potenzialausgleichsleiter zwischen Geräten reduziert sich die gemeinsame Impedanz.
- Anstelle von einzelnen Potenzialausgleichsleitern sollten mehrere Leiter einschliesslich der Verwendung der Gebäudestrukturen (inkl. den Bewehrungen) eingesetzt werden.
- Zur Unterdrückung von Transienten sind Platten (TSP) als Bezugspotenzialebene zu verwenden.
- Bei Kabelführungssystemen (Trassen) müssen die Teilstücke miteinander verbunden werden, um den unterbrechungsfreien Verlauf sicherzustellen.

Die Formulierungen sind leider nicht immer verständlich oder eindeutig. Es ergeben sich öfter Diskussionen, wie nun was gemacht werden muss. Daraus resultieren oft zweifelhafte Kompromisslösungen. Werden die genannten Beispiele in der Praxis umgesetzt, ist dies in der Regel bei grossräumigen Anwendungen mit umfangreichen Einzelleiterverlegungen verbunden.

Bei einer grundsätzlichen Betrachtungsweise der Vorgaben und unter Berücksichtigung der Systemzusammenhänge drängt sich eine Maschen-/Gittersystemlösung, genauer ausgedrückt eine grossflächige Potenzialebene eigentlich auf. In der aktuellen SN-EN-Norm [1] wird ein Beispiel für eine «verbesserte Potenzialausgleichsanlage» (Bild 2) gezeigt. Im Zentrum des Schemas wird für Einrichtungen der Informationstechnik die SRPP genannt. Bei grösseren Räumen, z.B. für System- oder Serverräume, ist eine solche Anwendung angebracht. Die Erfahrung hat gezeigt, dass mit der Verwendung von grossflächig verlegten Gitterstrukturen, das heisst bei der Anwendung der SRPP-Lösung, zahlreiche Installationen einfacher ausgeführt werden können. In der Realität wurden solche ausgedehnten Potenzialebenen bisher nur in seltenen Fällen angewendet.

System Reference Potential Plane SRPP

Die in diesem Beitrag vorgestellte grossflächige SRPP-Lösung (Bild 3) wurde durch Arnold Engineering und Beratung geplant und bei verschiedenen grösseren IT-Einrichtungen umgesetzt. Zurzeit sind mehrere Anlagen im Bau.

Arnold

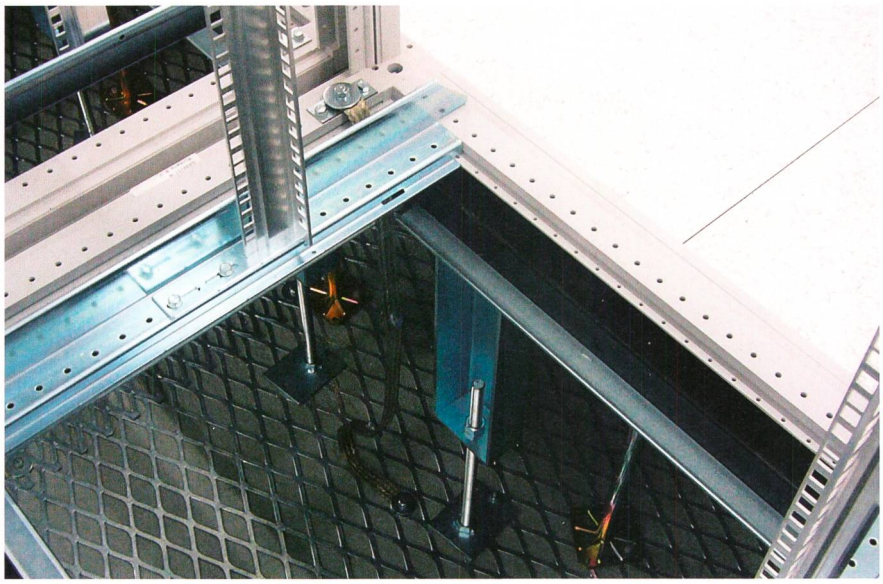


Bild 4 Die Gitterstruktur bildet die Systembezugsebene für sämtliche darauf platzierten Einrichtungen wie Kabelführungssysteme (Trassen), Bodenrahmen, Verteilschränke, Geräte HLKS-Systeme und Doppelbodenanbindungen. Das Bild zeigt Rackschrankauflage, Doppelbodenstützen und Potenzialvermaschung mittels flexiblem Band.

Bei der Verwendung von ausgedehnten und zusammenhängenden Potenzialebenen sind diese als Bestandteil einer Erdungsstruktur aber auch als Potenzialausgleichsleiter im Sinne der aktuellen Normung optimal nutzbar [1,2].

Im Montageablauf sind die notwendigen Vorarbeiten zum Verlegen der SRPP zu berücksichtigen. Durch das Einlegen von handelsüblichen rostfreien Anschlusselementen in den Bodenkonstruktionen wird eine Gitterverlegung vereinfacht. Da die Anschlusselemente an die Bewehrungen angeschlossen sind, ergibt sich dadurch zwangsläufig eine optimale Vermaschung mit weiteren metallenen Bauteilen. Die Stossüberlappungen der einzelnen Gittereinheiten und deren grossflächige Kontaktierung kann mittels Tellerscheiben einfach ausgeführt werden. Als Gitter können handelsübliche Streckmetallplatten in verzinkter Ausführung eingesetzt werden.

Durch diese Materialwahl lassen sich unterschiedliche elektrochemische Eigenschaften in Verbindung mit daran anzuschliessenden Bauteilen minimieren. Da dadurch die galvanische Spannung zwischen den gewählten Materialoberflächen praktisch vernachlässigbar wird, kann eine ungewollte Korrosion verhindert werden.

Wird eine engmaschige Gitterstruktur angewendet, können zudem metallene Systeme wie Verteiler der elektrischen Energieversorgung, Rackschränke, Kabelführungssysteme, Metallkonstruktionen, HLSK-Systeme (Beispiel **Bild 6**), Metallkonstruktionen usw. mit minimalstem Installationsaufwand in die SRPP einbezogen bzw. daran angeschlossen werden. Die Installation von Potenzialausgleichschienen und die daran angeschlossenen Ausgleichsleiter für Erdung und Potenzialausgleich sind innerhalb eines Systems (z.B. in einem System- oder Serverraum) nicht mehr notwendig.

Grundsätzlich kann auch auf das Verwenden von Kabelführungssystemen (Leitungstrassen) verzichtet werden. Die verschiedenen Systeme für Stark- und Schwachstrom inkl. IT-Verkabelungen können unter Berücksichtigung der notwendigen Artentrennung, wie sie in der Normung gefordert wird [2], gruppiert auf einer SRPP direkt verlegt werden. Dadurch wird der Normenvorgabe, dass Verkabelungen nahe bei Erdernetzen erfolgen sollen, entsprochen [1]. Auch das EMV-Verhalten bezüglich den möglichen Koppelmechanismen wird in dieser Hinsicht berücksichtigt [2].

Bei der Installation einer SRPP kann der Strukturierung einer Anlage, wie sie in **Bild 1** oben rechts prinzipiell aufgezeigt wird, entsprochen werden.

Minimale Schleifenflächen

Bei der Verlegung von Einzelleitern als Erdernetze oder Potenzialausgleichsleiter können hohe gemeinsame Impedanzen zwischen den Geräten entstehen, grosse Erdungsschleifen gebildet werden, oder es kann gar ein mangelhafter Zustand hinsichtlich des Potenzialausgleichs die Folge sein. Um einen optimalen Signalbezug gewährleisten zu können, ist diesen Situationen besondere Aufmerksamkeit beizumessen.

Bei der Installation einer SRPP wird diese Problematik auf ein absolutes Minimum reduziert. Der in **Bild 5** gezeigte Potenzialausgleichsleiter (C) wird bei dieser Anwendung durch die grossflächige Gitterstruktur gebildet. Zwischen den Verbindungsleitungen von Gerät zu Gerät und der Gitterebene gibt es nur noch minimalste Schleifen bzw. Flächen, da die Verkabelung unmittelbar auf der SRPP erfolgt und die Geräte ebenfalls auf dieser aufliegen **(Bilder 4 und 6)**. Da eine grossflächig und zusammenhängend montierte Gitterstruktur zudem niederimpedante Eigenschaften aufweist, ist auch die Potenzialdifferenz zwischen den an dieser angeschlossenen Geräten immer gering. Bei dieser Lösung wird die Norm [1] optimal umgesetzt.

Keine Doppelbodenvermaschungen

Wenn der Doppelboden mit einer leitenden Oberfläche versehen ist, welche dem Schutz gegen elektrostatische Entla-

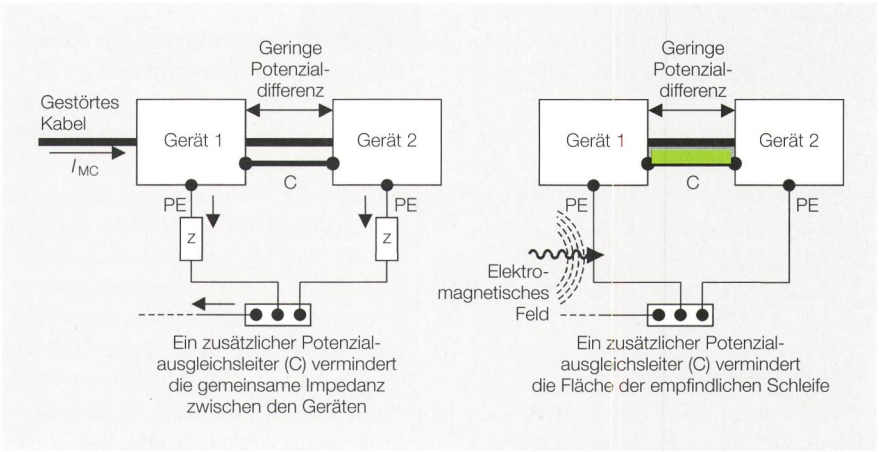


Bild 5 Beispiel für eine geringe gemeinsame Impedanz und eine kleine Schleifenfläche. [1]

Arnold

Bild 6 Beispiel von Konstruktionsanschluss (Umluftkühler) mit flexiblem Band an die SRPP.

Arnold

		Konventionell		SRPP	
Beschreibung	**Preis CHF**	**St./m**		**St./m**	
Flächengitter-SRPP	64.00	0	0	330	21 120
Kabelführungssystem (Bodentrasse) 600 mm	121.40	82	9955	0	0
Trasse Winkel 90°, 600 mm am Boden	107.80	5	539	0	0
Trasse T-Stück 600 mm am Boden	184.65	8	1477	0	0
T-Seil 10 mm² für Doppelbodenanbindungen	3.80	93	353	0	0
Anschluss T-Seil 10 mm²	5.95	117	696	0	0
Bewehrungsanschlüsse inkl. Zubehör	75.75	24	1818	14	1061
Kabelschuhe 10 mm², d=8 mm	4.45	49	218	0	0
Erdleitungsbride für Stützen	42.25	61	2577	0	0
Verzinntes Cu-Band 600 mm	50.80	117	5944	29	1473
Haltebride für Rückkühler	40.95	2	82	2	82
	Gesamtpreis		**23 659**		**23 736**

Tabelle Kostenvergleich in CHF bei einem Beispiel eines 330-m²-Systemraums, welcher 2012 eingerichtet wurde.

dung dient, muss dieser an mehreren Stellen mit dem Erdernetz verbunden sein. Dies wird üblicherweise, wie in der Norm [1] vorgegeben, durch aufwendige Doppelbodenanbindungen bzw. deren Vermaschung mit umfangreichen Leiterverlegungen vorgenommen. Bei der Verwendung der grossflächigen Gitterstruktur, welche in sich immer eine zusammenhängende Bezugsfläche und so das Erdernetz bildet, kann darauf verzichtet werden. Die Stützen werden direkt mit der SRPP kontaktiert (Bild 4). Die oben genannte Schleifenflächenproblematik ist durch das Wegfallen der üblichen umfangreichen Leiterverlegungen für die Doppelbodenvermaschung vernachlässigbar.

Kostenvergleich

In Bezug auf die Kosten wurden Vergleiche zwischen der Anwendung von grossflächigen SRPP-Gitterlösungen und «konventionellen» Lösungen vorgenommen. Aus der Tabelle, die ein solches Beispiel enthält, geht hervor, dass die Kosten vergleichbar sind. Bei grösseren SRPP-Flächen wirkt sich der Preis zugunsten der Gitterlösung aus. Bei einem aktuellen Projekt hat sich insbesondere der Flächengitterpreis reduziert.

Qualitätslevel

Im Laufe diverser durchgeführter SRPP-Montagen hat sich immer wieder gezeigt, dass beim Montagepersonal Begeisterung für die überzeugende Montage erkennbar war. Verschiedene Installations- und Montagefehler, wie sie von üblichen Anwendungen her bekannt sind, traten bei dieser Technologie nicht auf. Voraussetzung ist aber, dass der Planung und insbesondere der Ausführungsvorbereitung die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt wird. Auch die Nutzer waren von dieser Lösung überzeugt. QS-Kontrollinstanzen oder Fachstellen, die für die Audits zuständig waren, haben sich durchwegs positiv zu solchen normenkonformen Anwendungen geäussert. Nach Abschluss aller Arbeiten konnten durch Messungen die Normenvorgaben [3] bestätigt und damit auch überzeugende Qualitätsbelege abgegeben werden.

Referenzen

[1] SN EN 50310 (2010); Anwendung von Massnahmen für Erdung und Potenzialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik.
[2] SN EN 50174-2 (2009); Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden.
[3] SN EN 50346 (2009); Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Prüfen installierter Verkabelung.

Link

www.arnoldeub.ch

Angaben zu den Autoren

Michael Johannes Arnold und **Martin Arnold** befassen sich mit der Beratung, Optimierung und dem Controlling in EMV-Belangen des elektrotechnischen Installationsbereiches.
Arnold Engineering und Beratung, 8152 Opfikon
m.arnold@arnoldeub.ch

Résumé **Optimisation du réseau de liaison équipotentielle pour les équipements informatiques**

Le niveau de potentiel de référence des systèmes (SRPP)

Les systèmes informatiques complexes, tels que les centres de calcul, nécessitent une référence de signal fiable jusque dans les fréquences les plus élevées. Les câbles informatiques doivent être posés à proximité immédiate d'un réseau maillé de prises de terre. Les réseaux de prises de terre partiels doivent être interconnectés par des conducteurs d'équipotentialité. Un niveau de potentiel de référence des systèmes (SRPP : System Reference Potential Plane) à basse impédance permet une mise en œuvre optimale de cette consigne, en conformité avec les normes actuelles.

Les coûts ont fait l'objet de comparaisons entre l'application de solutions à grille SRPP de grande surface et celle de plusieurs solutions « conventionnelles ». Conclusion : les coûts sont comparables. Dans le cas de surfaces SRPP de taille supérieure, le prix de la solution à grille se révèle toutefois plus avantageux. No