System-basiertes Prüfen

Autor(en): **Pritchard, Christopher / Barré, Frédéric**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **110 (2019)**

Heft 3

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-855928

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

System-basiertes Prüfen

Effizienzerfahrung | In den letzten Jahren entwickelte sich das Internet zu einem wichtigen Teil unseres Alltags. Damit wuchs auch die nötige Infrastruktur. Die wachsende Nachfrage nach Cloud Services führte zum Bau eines zentralen Rechenzentrums in der Schweiz mit einer Fläche von 23 000 m². 24 Notstromaggregate von je 3 MVA gewährleisten den möglichst unterbrechungsfreien Betrieb.

CHRISTOPHER PRITCHARD, FRÉDÉRIC BARRÉ

Der Betrieb der weltweiten Internet-Infrastruktur erfordert unter anderem die Versorgung mit einer nicht unerheblichen Menge an Energie, die zuverlässig bereitgestellt werden muss. Schätzungen zufolge sind 8% des gesamten Energieverbrauchs in der Schweiz auf die Nutzung des Internets zurückzuführen.

Aufgrund der empfindlichen Systeme für die Cloud Services erfordert der Betrieb des Rechenzentrums eine hochverfügbare Stromversorgung. **Bild 1** zeigt das Stromnetz mit den beiden 40-MVA-Leistungstransformatoren, die zwei in die Kundenstation führenden Mittelspannungskabel und die Sammelschienenkupplung im Detail. Ursprünglich war geplant, nur mit einem ankommenden Kabel, für den Fall eines Spannungsverlustes, eine Umschaltung durchzuführen. Dieses Konzept wurde jedoch verworfen und so überarbeitet, dass sowohl die Sammelschienen als auch die Einspeisungen über beide MS-Kabel verbunden sind. Das zog eine komplette Überarbeitung der Schutzeinstellungen nach sich. Dieser komplexere Aufbau und die vielen unterschiedlichen, an der Planung und Inbetriebnahme beteiligten Anbieter veranlassten den Netzbetreiber, vor der Inbetriebnahme der Station einen systembasierten Test zur Validierung der Selektivität unter verschiedenen Bedingungen durchführen zu lassen.

Versuchsaufbau

Die Übergabe zwischen den Anbietern bei den jeweiligen Prozessschritten innerhalb eines solchen Projekts ist immer ein komplexer und kritischer Vorgang. Nicht selten kommt es hier zu Fehlern, die dann bis zum Abschluss des Projektes durchgezogen werden. Diese Fehler bleiben oft unentdeckt, weil sie sich ausserhalb des Rahmens jeder einzelnen Prüfaufgabe bewegen. Deshalb ist ein abschliessender systembasierter Test, der unterschiedliche Fehlerszenarien im Stromnetz simuliert und das Verhalten des Schutzsystems überprüft, ein empfehlenswerter Abschluss der Inbetriebnahme. Auf diese Weise lässt sich überprüfen, ob der Schutz seine Auf-

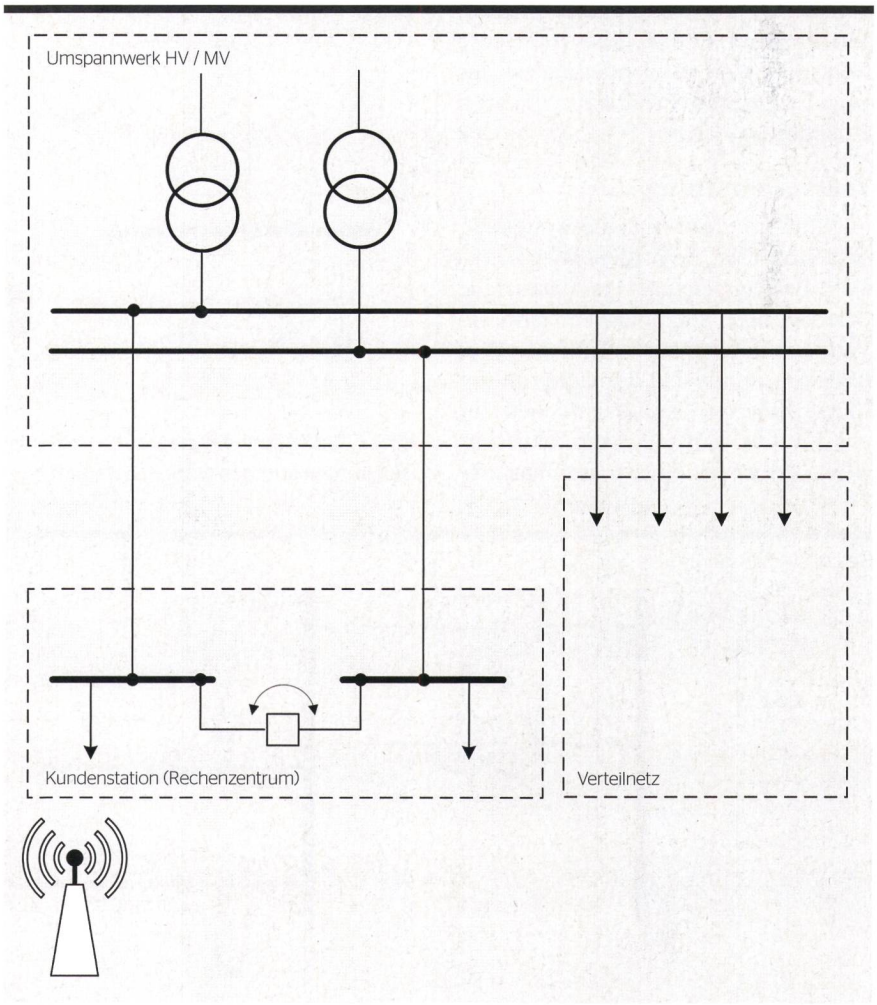


Bild 1 Darstellung des Stromnetzes mit den beiden 40-MVA-Leistungstransformatoren, den zwei in die Kundenstation führenden Mittelspannungskabeln und der Sammelschienenkupplung im Detail.

Bilder: Omicron

gabe für reale Szenarien erfüllt. Idealerweise werden grössere Teile des Schutzsystems durch gleichzeitige Einspeisung (Ströme und Spannungen) geprüft, sodass zum Beispiel die Selektivität zwischen den Relais direkt beurteilt werden kann.

Bei Verwendung eines konventionellen Werkzeuges, wie Omicron Test Universe, gilt es einige Punkte zu beachten:

- Der Kurzschluss- und der Erdschlussstrom müssen für jeden Fehlerfall berechnet werden.
- Die Impedanz des Netzwerks muss für die jeweilige Netzwerkkonfiguration berechnet werden.
- Für jeden Einspeisepunkt muss eine Prüfdatei erstellt werden.
- Da jedes Prüfgerät von einem PC gesteuert wird, können die Prüfergebnisse erst nach Abschluss aller Prüfungen interpretiert werden.

Deshalb wurde zum Abschluss der Inbetriebnahme des Cloud-Services-Rechenzentrums RelaySimTest als Werkzeug für systembasierte Prüfungen eingesetzt, das eine transiente Netzsimulation verwendet und in der Lage ist, mehrere Prüfgeräte synchron zu steuern.

Testvorbereitung

Für die Durchführung eines systembasierten Tests ist die Vorbereitung essenziell, bei der noch einige zusätzliche Überlegungen einzubeziehen sind. Im Vergleich zu einer herkömmlichen Prüfung von Relais, bei der während der Inbetriebnahme im Wesentlichen nur auf die Relaiseinstellungen fokussiert wird, erfordert eine systembasierte

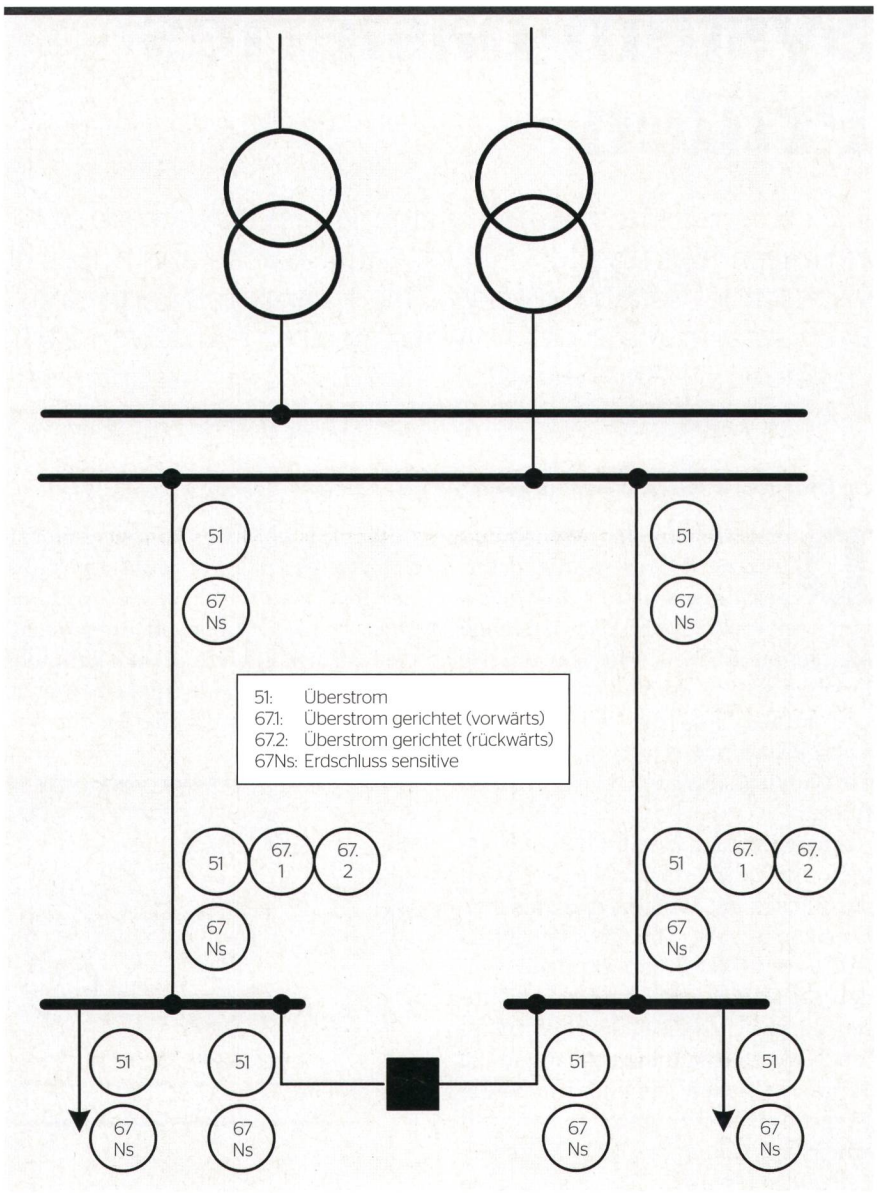


Bild 2 Der Schutz des Netzes besteht aus einer Kombination von gerichteten und richtungsunabhängigen Schutzsystemen.

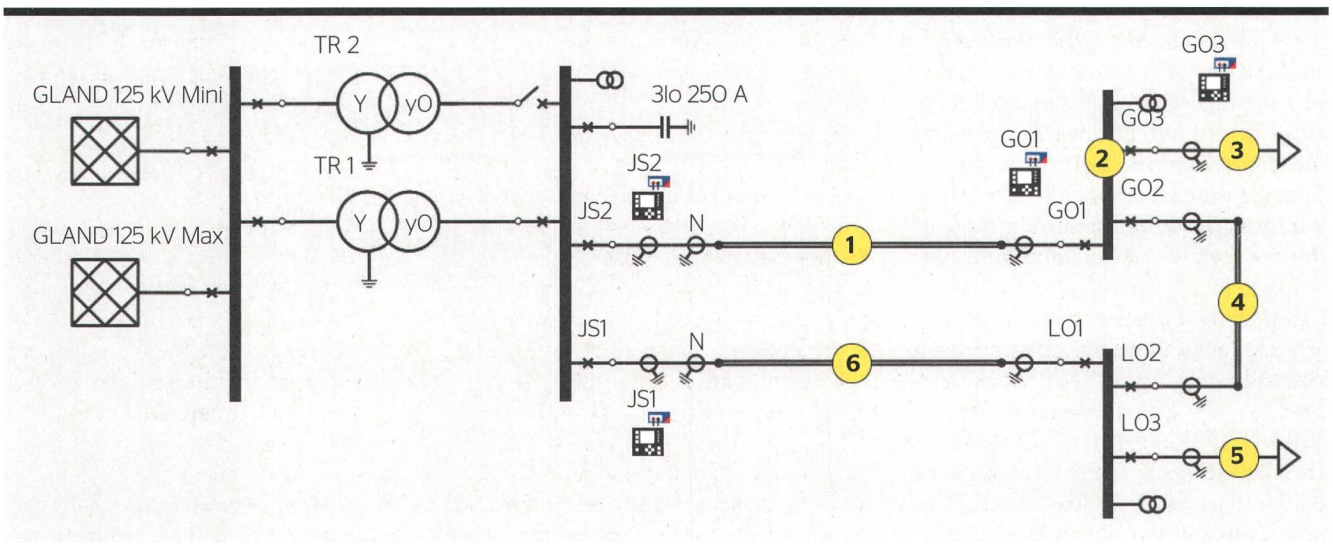


Bild 3 Mit dem Prüfplan wurden sechs Hauptprüffälle identifiziert, die hier im RelaySimTest-Netzmodell dargestellt sind.

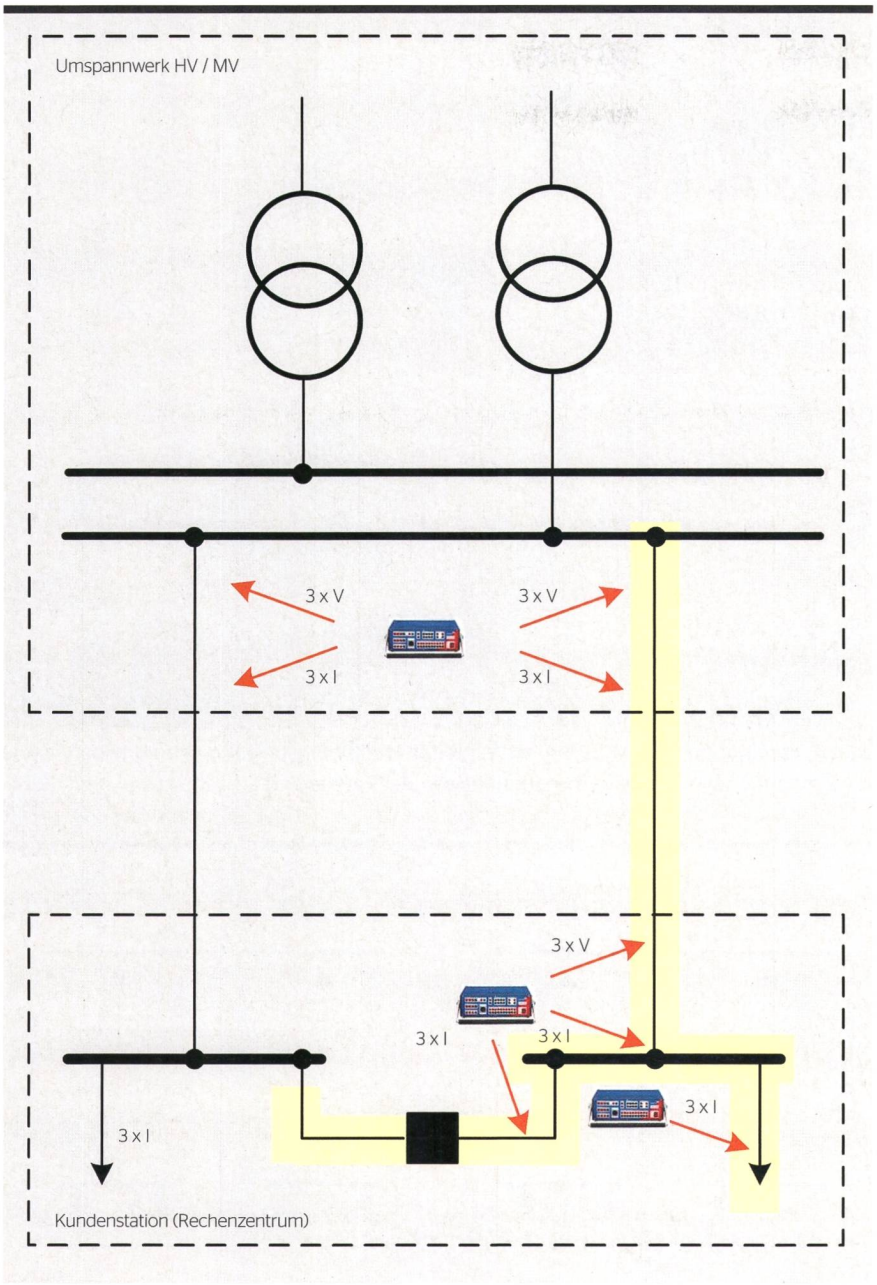


Bild 4 Das Bild zeigt ein Beispiel der Strom- beziehungsweise Spannungseinspeisungen für die Prüfung des Schutzsystems mit einem CMC-Prüfgerät, gesteuert von RelaySimTest.

Prüfung den Aufbau eines Netzmodells mit den Daten des zugrundeliegenden Energienetzes:

- Kurzschlussleistung der Einspeisung
- Typenschild des Leistungstransformators
- Kapazitiver Reststrom
- Länge der Kabel und Kabelimpedanz

Nach Eingabe dieser Daten in das Netzmodell des Energiesystems ist die Erstellung eines Prüffalls sehr einfach. Um für die beschriebene Aufgabe den Feldtest so effizient wie möglich zu gestalten, wurden im Vorfeld kritische Prüffälle identifiziert.

Bei RelaySimTest können alle Prüfgeräte von nur einem PC aus gesteuert werden. Dazu ist eine Kommunikation zwischen den Prüfgeräten und dem PC erforderlich. In diesem Feldtest wurde dazu ein separater Kommunikationskanal zwischen den jeweiligen Unterstationen verwendet. Alternativ lässt sich auch eine mobile Internetverbindung einsetzen. Um sicherzustellen, dass die transienten Signale auf jedem Prüfgerät gleichzeitig eingespeist werden, wird jedes Prüfgerät über eine GPS-Uhr (CMGPS588) synchronisiert.

Durchführung der Prüfung und Fehleridentifizierung

Die Durchführung der Prüfung erfolgte über einen Zeitraum von zwei Tagen. Dazu wurde der Prüfplan in sechs Hauptprüffälle gruppiert (**Bild 3**):

- (1) Fehler auf dem Einspeisekabel J52
- (2) Fehler auf Sammelschiene 1
- (3) Fehler auf dem Abgang G03
- (4) Fehler in der Kopplung
- (5) Fehler auf dem Abgang L03
- (6) Fehler auf dem Einspeisekabel J51

Jeder Prüffall wurde mit offener oder geschlossener Sammelschienenkopplung und mit unterschiedlichen Fehlerschleifen durchgeführt. Dies ergab mehr als 50 Prüfschritte.

Im Laufe der Durchführung der Prüfung konnten alle Leiterfehler gemäss dem vorgeschlagenen Schutzkonzept beseitigt werden. Bei Erdschlüssen scheiterten jedoch einige der Prüfungen, abhängig von der jeweiligen Vorgehensweise.

Das Schutzkonzept definiert die Einstellungen des Erdschlussschutzes wie folgt:

- Aufgrund der Höhe des kapazitiven Stroms ist eine Auslösung im Falle eines Erdschlusses erforderlich. Für alle Einspeisungen wurde der Erdschlussschutz auf den gleichen Schwellwert eingestellt.
- Die zeitliche Abstufung des Erdschlussschutzes wurde so ausgelegt, dass die Versorgung mit einer oder beiden Einspeiseleitungen im Betrieb und bei geöffneter oder geschlossener Sammelschienenkopplung möglich ist.

Das Schutzkonzept definiert eindeutig die Zeiteinteilung für den Erdschlussschutz.

Während der Prüfung wurde die Sammelschienenkupplung unselektiv ausgelöst. **Bild 6** zeigt die Positionen der Leistungsschalter nach der Einspeisung von Erdschlüssen an unterschiedlichen Stellen.

Der Vorteil der systembasierten Prüfung besteht darin, dass sie einen ganzheitlichen Überblick über das gesamte Schutzsystem bietet und dass sich inhärente Fehler sehr schnell auffinden lassen. Im beschriebenen Fall der Inbetriebnahmeprüfung der hochverfügbaren Stromversorgung für das Cloud-Services-Rechenzentrum in der Schweiz wurden die Auslösezeiten an der Sammelschienenkopplung fehlerhaft parametriert: für die Leiter-Erde-

Schleife auf 0,2 s statt 0,4 s. Je nach Betriebszustand kann diese Abweichung im Falle eines Erdschlusses zum Verlust der Versorgung für die Hälfte der angeschlossenen Verbraucher führen.

Zusammenfassung

Bevor ein Umspannwerk in Betrieb genommen wird, sind konventionelle Relaisprüfungen für die einzelnen Einspeisungen weiterhin erforderlich. Während jedoch die meisten einzelnen Schutzelemente in diesem System gut etabliert und geprüft sind, ist es das Zusammenwirken des Gesamtsystems, das bei den Prüfungen zusätzliche Aufmerksamkeit erfordert. Auch hier gilt: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner einzelnen Teile. Die Ergänzung herkömmlicher Prüfungen durch systembasierte Prüffälle hat sich als einfaches, aber leistungsstarkes Werkzeug erwiesen, mit dem sich nachweisen lässt, dass ein Schutzsystem als Ganzes wie vorgesehen funktioniert. Selbst bei Netzen, die eher einfach gehalten werden, steckt der Teufel oft im Detail. Im hier vorgestellten Beispiel sind Konfigurationsfehler durch die herkömmliche Prüfung nicht zutage getreten, was zu einem schwerwiegenden (Teil-)Ausfall mit potenziell hohen Folgekosten für das Rechenzentrum hätte führen können.

Die systembasierte Prüfung erwies sich in letzter Instanz als Sicherheitsnetz, das sicherstellen konnte, dass alle vorher nicht erkannten Fehler aufgedeckt wurden und das Schutzsystem nach Abschluss der Inbetriebnahme unter allen denkbaren Betriebsbedingungen funktioniert.

Autoren

Christopher Pritchard ist Produktmanager für Applikationssoftware im Schutzprüfbereich.
→ Omicron, AT-6833 Klaus
→ christopher.pritchard@omicronenergy.com

Frédéric Barré ist technischer Leiter bei Cottens & Badoux Energie Services SA.
→ CESSA, 1429 Giez
→ frederic.barre@cessa.ch

Bild 5 Verbindung der CMC-Prüfgeräte mit den HV/MV-Einspeisungen im Umspannwerk, die konventionelle Strom- und Spannungswandler verwenden.

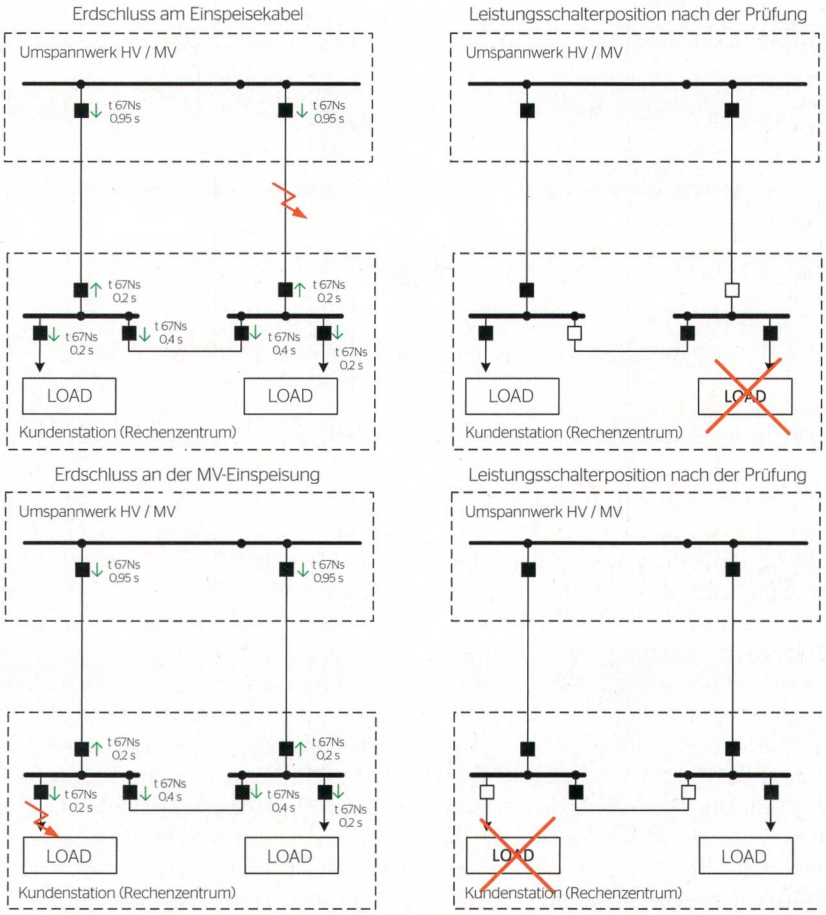


Bild 6 Positionen der Leistungsschalter nach der Einspeisung von Erdschlüssen an unterschiedlichen Stellen.

NS-Schaltergerätekombination mit Bauartnachweisen nach IEC EN 61439-1 / -6, mit CDE- und S+ Zeichen

LANZ protected®

Funktionserhalt E90 brandgeschützte Stromschienen

sorgen im Brandfall für Funktionserhalt vom Trafo zu Haupt-, Neben- und Etagenverteilern und den wichtigsten Hochstrom-Leitungen in Gebäuden.

Wählen Sie Sicherheit. Verwenden Sie die „LANZ fire protected®" Funktionserhalt Stromschienen mit 435 A – 3680 A Bemessungsstrom.

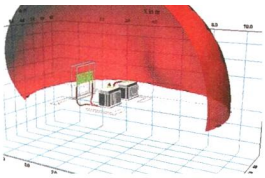
Verlangen Sie unser Angebot 062 388 21 21

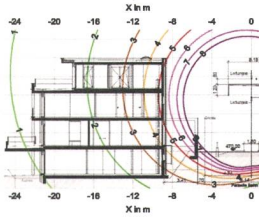
STS4_2

stromschienen lanz oensingen ag

CH-4702 Oensingen
Südringstrasse 2
www.lanz-oens.com
info@lanz-oens.com
Tel. ++41/062 388 21 21
Fax ++41/062 388 24 24

LANZ ist BIM Ready! BIM-fähige Revit-Familien für LANZ Stromschienen stehen auf **www.lanz-oens.com** zum Download zur Verfügung.





messen
analysieren

NIS - Nichtionisierende Strahlung

beraten
simulieren

Beispiele aus unserer Dienstleistung

- Lückenlose Messung von Bahnmagnetfeldern mit hoher zeitlicher Auflösung
- Messung von Magnetfeldern bei zeitgleicher Erfassung der Ströme mit Hilfe von Netzanalysatoren
- Frequenzselektive Messungen
- Selektive Messungen von Funkdiensten
- Isotrope Messungen hoch- und niederfrequenter Felder
- Magnetfeldsimulation von Starkstromanlagen
- Berechnung von Strahlungswerten für OMEN im Bereich von Mobilfunkanlagen
- NISV-Beratung

ARNOLD

ENGINEERING UND BERATUNG
AG für EMV und Blitzschutz

CH-8152 Opfikon / Glattbrugg
Wallisellerstrasse 75
Telefon 044 828 15 51
info@arnoldeub.ch, www.arnoldeub.ch