Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 93 (2002)

Heft: 15

Artikel: Mittelspannungs-Schaltanlagen : Grundkonzepte und Eigenschaften

Autor: Schmid, Roland

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855432

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mittelspannungs-Schaltanlagen: Grundkonzepte und Eigenschaften

Innerhalb der letzten Jahre wurden von verschiedenen Herstellern unterschiedliche neue Schaltanlagen am Markt lanciert. Diese Schaltanlagen lassen sich bezüglich ihrer relevanten technischen Eigenschaften kategorisieren. Ein Basis-Kriterium ist das Isolationsmedium: Luft oder SF_6 (bzw. Gasgemische mit SF_6-Anteil). Ausgehend von der Erwartungshaltung des Buwal, SF_6-isolierte Schaltanlagen nur dort einzusetzen, wo dies unumgänglich ist, widmet sich dieser Beitrag dem Thema der Beurteilung und Gewichtung der unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Konzepte luftisolierter Anlagen. Die Beurteilung orientiert sich an den gehäuft in der Praxis auftretenden Problemen in Zusammenhang mit Mittelspannungs-Schaltanlagen.

Roland Schmid

Im Zusammenhang mit elektrischen Anlagen und Installationen registrierte das Unfallinspektorat (Usti) über die Zeitperiode von 1991 bis 2000 im Jahresdurchschnitt rund 110 Elektroberufsunfälle, wovon durchschnittlich 4 mit tödlichem Ausgang [1]. Eine Kategorisierung der Ursachen zeigt, dass bei über einem Drittel der Unfälle die fünf Sicherheitsregeln für das sichere Abschalten missachtet wurden. Erhöhter Zeitdruck als Ursache wurde in durchschnittlich 12% der Fälle registriert. Sicherheitswidrige Zustände bei Erzeugnissen oder Anlagen wurden im Schnitt bei 40% der untersuchten Meldungen festgestellt.

Eine ähnlich systematische Untersuchung von Störungen, Unfällen oder Fehlern in Zusammenhang mit dem Betrieb von Mittelspannungs-Schaltanlagen besteht nicht, jedoch stehen auf Grund in den letzten Jahren bekannt gewordener Fälle folgende Hauptursachen im Vordergrund:

- «Menschliches Versagen»: Bedienfehler bzw. Nichtbeachten von Sicherheitsvorschriften;
- Fehler im Bereich der Kabelendverschlüsse;
- Fehler an Spannungswandlern.

Auf diese Ursachen und die sich daraus ergebenden Folgerungen wird nachfolgend detailliert eingegangen.

Konzeptionelle Überlegungen und Anforderungen

Ursache «Menschliches Versagen»

Es wären sicher zahlreiche mögliche Ursachen zu erwähnen, die letztlich zu Bedienungsfehlern oder zur Nichtbeachtung von Sicherheitsvorschriften führen. Oft führt aber auch erst eine Kette von Fehlern zum eigentlichen Fehler bzw. zur eigentlichen Störung.

Elektrizitätsversorgungs-Unternehmen sowie Industrie- und Gewerbebetriebe sind verpflichtet, ein Sicherheitskonzept im Hinblick auf den Betrieb ihrer elektrischen Anlagen umzusetzen. Teil dieses Konzeptes ist die regelmässige und fachkundige Instruktion und Schulung des Personals.

Allerdings lassen sich Fehler – auch bei einfachsten Abläufen – selbst durch häufiges Trainieren nicht gänzlich vermeiden, denn unter nicht alltäglichen Randbedingungen steigt das Risiko von Fehlmanipulationen drastisch. Die eingangs erwähnte Unfallstatistik zeigt denn auch, dass trotz regelmässiger Instruktion in Stresssituationen wesentliche Grundsätze und Vorschriften ausser Acht gelassen werden. Dem gegenüber können übersichtlich angeordnete Bedienelemente und Stellungsanzeiger an Schaltanlagen mithelfen, die Wahrscheinlichkeit von Fehlhandlungen zu reduzieren. Es lohnt sich daher, darauf bereits bei der Beschaffung der Anlagen grossen Wert zu legen.

Für diesen Themenbereich lassen sich die nachfolgend aufgeführten Anforderungen an eine Mittelspannungs-Schaltanlage bezüglich des Bedien- und Verriegelungskonzepts, der Metallschottungen im Schaltfeld und des Spannungsanzeigesystems ableiten.

Bedien- und Verriegelungskonzept

Moderne Schaltanlagen bieten ein klares Bedien- und Verriegelungskonzept mit eindeutiger Anzeige der Stellung der unterschiedlichen Bedienelemente. Die zentralen Bedienelemente sind – auf Funktionsstufe Primärtechnik[1] – mechanisch gegeneinander verriegelt. Dadurch wird vermieden, dass irrtümlich falsche Schalthandlungen an der Anlage vorgenommen werden. Ausserdem führen solche Verriegelungen dazu, dass sich Frontabdeckungen erst bei spannungsfrei geschaltetem und geerdetem Abgang öffnen

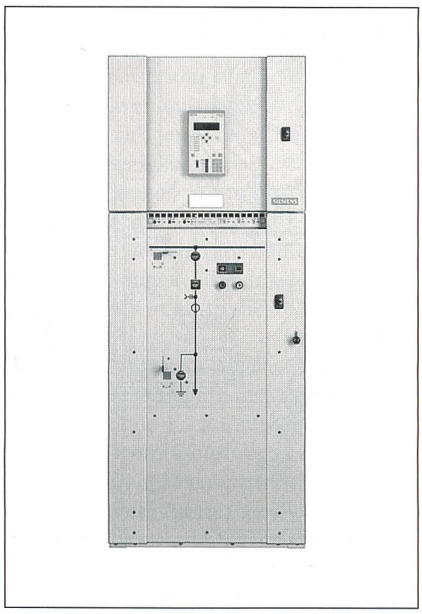


Bild 1 Luftisolierte Schaltanlage mit übersichtlich angeordneten Bedienelementen und Stellungsanzeigern
Typ Siemens, NX Air M

lassen. Ein Beispiel einer übersichtlich gestalteten Schaltanlage mit entsprechenden Stellungsanzeigern ist in Bild 1 dargestellt.

Neben diesen Anforderungen an die Primärtechnik kann auch eine entsprechende Auswahl der Sekundärtechnik[1], d.h. eine entsprechende Wahl der Schutz- und Steuergeräte, einen klaren Vorteil bringen. Durch heute am Markt verfügbare kombinierte Schutz- und Steuergeräte lassen sich zusätzlich zu den Basis-Verriegelungen des Schaltfeldes softwaremässig zahlreiche weitere Verriegelungen implementieren. Zudem kann das Steuergerät so konfiguriert werden, dass es auf den jeweiligen Bediener abgestimmte unterschiedliche Handlungen zulässt.

In einem Stromverteilnetz liegen, je nach Verknüpfungspunkt der Anlage im Netz, unterschiedliche Anforderungen des Netzes an die jeweilige Schaltanlage vor. Dementsprechend bieten verschiedene Lieferanten auch unterschiedliche Anlagentypen an, die in der Regel auch unterschiedliche Bedienkonzepte aufweisen.

Durch konsequenten Einbau des gleichen numerischen Schutz- und Steuergeräts in den verschiedenen Anlagen lässt sich jedoch erreichen, dass über dieses Steuergerät unterschiedliche Schaltanlagen identisch bedient werden können, was das Risiko von Fehlmanipulationen deutlich verringert.

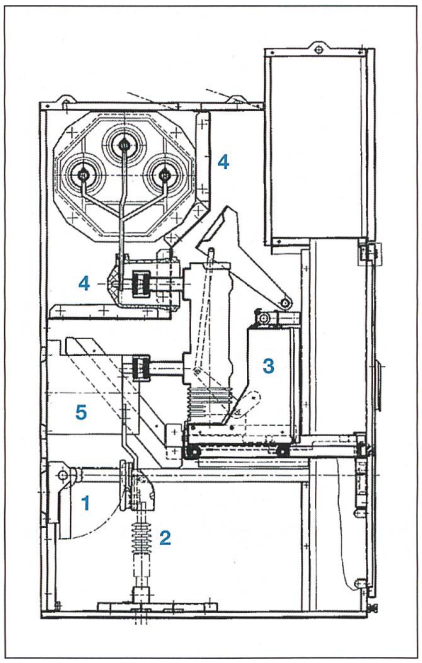


Bild 2 Querschnitt durch ein Schaltfeld mit metallischer Sammelschienenschottung

Typ ABB ZS8; 1: Erdtrenner; 2: Kabelendverschluss; 3: Leistungsschalter; 4: Metallschottung Sammelschiene; 5: Stützer-Stromwandler

Metallschottungen im Schaltfeld

Wie bereits vorgängig erwähnt, treten Fehler häufig in Zusammenhang mit Fehlmanipulationen direkt an der Anlage auf. In diesen Fällen befindet sich das Bedienpersonal unmittelbar vor der Anlage. Im Sinne der passiven Sicherheit ist es daher angebracht, nur störlichtbogengeprüfte[2], metallgekapselte Schaltanlagen einzusetzen. Durch die entsprechende Metallkapselung – d.h. durch die entsprechende Zellenhülle – sind die konstruktiven Voraussetzungen gegeben, dass das Bedienpersonal bei einem inneren Lichtbogen nicht gefährdet wird. Diese Anlagenbauformen stellen mittlerweile den Stand der Technik dar.

Zusätzlich dazu ist jedoch aus sicherheitstechnischen Überlegungen ebenfalls relevant, wie das Schaltfeld im Innern bezüglich seinen Funktionsräumen unterteilt – d.h. geschottet – ist.

Damit nach dem Freischalten des Abganges das manuelle Einbringen einer isolierenden Abdeckplatte entfällt, müssen die Sammelschienen metallgeschottet sein. Bild 2 zeigt eine entsprechende Anlage im Querschnitt.

Die metallische Sammelschienenschottung bewirkt, dass die für den Bediener bestehenden Risiken beim Einbringen der isolierenden Abdeckplatte – Sammelschienen können trotz freigeschaltetem Abgang unter Spannung stehen – vermieden werden können.

Ergänzend zur Sammelschienenschottung bieten voll geschottete Schaltfelder zusätzlich eine Schottung zwischen Kabelanschlussraum und Leistungsschalter (Bild 3).

Kapazitives Spannungsanzeigesystem

Die Sicherheitsvorschriften verlangen, dass im Zusammenhang mit Arbeiten an Schaltanlagen die Spannungsfreiheit überprüft werden muss.

Um zu vermeiden, dass das Bedienpersonal bei geöffneter Schaltfeldfront[3] mit einem Spannungsprüfer im Schaltfeld hantieren muss, sind entsprechend kapazitive Spannungsanzeigesysteme vorzusehen. Diese erlauben es dem Bedienpersonal auch, bei geschlossener Schaltfeldfront die Spannungsfreiheit des Abganges zu überprüfen.

Ausgehend von der Norm IEC61243-5 mit den darin erwähnten fünf möglichen Prüfsystemen haben sich am Markt hauptsächlich die hochohmigen HR[4]- bzw. die niederohmigen LRM[5]-Systeme durchgesetzt. Diese Systeme werden von unterschiedlichen Herstellern angeboten. Auf Grund ihrer unterschiedlichen technischen Auslegung sind sie nicht beliebig austauschbar. Daher macht es für einen

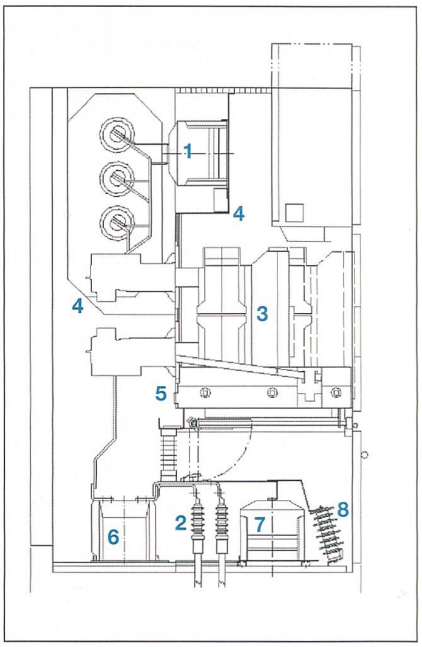


Bild 3 Querschnitt durch ein Schaltfeld mit metallischer Vollschottung mit verschiedenen Möglichkeiten des Spannungswandlereinbaues

Typ Alstom, PID100; 1: Sammelschienen-Spannungswandler; 2: Kabelendverschlüsse (2 Parallelkabel); 3: Leistungsschalter; 4: Metallschottung Sammelschiene; 5: Metallschottung Leistungsschalter; 6: Stützer-Stromwandler; 7: Spannungswandler Kabelabgang; 8: Überspannungsableiter

Netzbetreiber Sinn, sich für eines der Systeme festzulegen und dabei zu bleiben. Zudem sollte ein System gewählt werden, dessen korrektes Funktionieren auf einfache Art (z.B. durch Einstecken des Anzeige-Elements in eine Netzsteckdose) überprüft werden kann.

Einschaltfeste Erdungstrenner

Die Sicherheitsvorschriften verlangen ferner, dass vor Beginn der Arbeit an möglicherweise Spannung führenden Teilen diese zu erden sind, wobei vor dem Erden wiederum zuerst die Spannungsfreiheit zu kontrollieren ist. Das Bedienpersonal sollte bei geöffneter Schaltfeldfront[3] nicht mit der Erdungsgarnitur arbeiten müssen, weshalb einschaltfeste Erdungstrenner vorzusehen sind. Diese Erdungstrenner sollen in eingeschaltetem Zustand durch Abdeckklappen und Vorhängeschlösser vor unzulässiger Betätigung durch nicht Schaltberechtigte geschützt werden können.

Fehler im Bereich des Kabelendverschlusses

Bedeutung der Bauform des Endverschlusses

An der Schnittstelle zwischen Mittelspannungskabel und Schaltanlage treten gehäuft Fehler auf, deren Ursache darin

liegt, dass Mittelspannungskabel, Endverschluss und Schaltanlage in der Regel als typen- und werkgeprüfte Einheiten auf der Baustelle eintreffen. Vor Ort werden dann die Endverschlüsse auf das Kabel und anschliessend die Kabel an der Schaltanlage montiert. Dabei besteht das Risiko, dass je nach Ausbildungsstand und Erfahrung des Montagepersonals, den verwendeten Werkzeugen und den herrschenden Umgebungsbedingungen die Montage mit unterschiedlicher Qualität vorgenommen wird.

Ferner besteht ein Risiko für den Anlageplaner in der grossen Vielfalt erhältlicher Mittelspannungs-Endverschlüsse. Dabei birgt nicht das Produkt als solches das Risiko, sondern seine Anwendung: Häufig liegen die Anschlusspunkte für die Endverschlüsse im Kabelanschlussraum relativ tief, so dass bei Montage und Befestigung der mit Endverschlüssen versehenen Kabel Probleme im Bereich der Zugentlastungsbriden und Bodenbleche «eingebaut» werden können: Je nach dem, welcher Endverschlusstyp eingesetzt wird, wird ein unterschiedliches Konzept zur Feldsteuerung[6] im Endverschluss angewendet. Dies wiederum schlägt sich in der Bauform und Länge des Endverschlusses nieder.

Endverschlüsse mit resistiver Feldsteuerung sind in der Regel von länglicher Bauform. Dies verursacht Schwierigkeiten beim Anbringen der metallischen Kabel-Zugentlastungsbride im Kabelanschlussraum und bei der Montage der bei störlichtbogengeprüften Anlagen üblichen Bodenabschottbleche. Diese geerdeten metallischen Briden und Abdeckbleche können bei ungeeigneter Montage dazu führen, dass die Feldsteuerung des Endverschlusses massiv gestört wird und dadurch eine forcierte Alterung auftreten kann.

Da im Mittelspannungsbereich nach Installation der Kabel aus Kostengründen in der Regel keine Spannungsprüfungen vorgenommen werden, bleiben allfällige, durch eine unsachgemässe Montage entstandene Schwachstellen unentdeckt, die nach einigen Monaten oder Jahren im Endverschlussbereich zu Fehlern führen können und die – je nach Netzkonfiguration und gewähltem Netzschutzkonzept – Lichtbogen ermöglichen. In der Folge können im Kabelanschlussraum gut leitende, extrem heisse Gase auftreten, die sich im Schaltfeld nach oben hin zur Sammelschiene ausbreiten und dort Folgefehler im Sammelschienenbereich hervorrufen können.

Um dieses relativ grosse Risiko eines Folgefehlers im Sammelschienenbereich auszuschliessen, ist eine konsequente Schottung zwischen Kabelanschluss- und Sammelschienenraum erforderlich.

Bedeutung der Anordnung der Stromwandler

In diesem Zusammenhang ist ebenfalls von Bedeutung, dass die Verwendung von Stützer-Stromwandlern[7] in einem Leitungsabgangsfeld gegenüber Kabelumbau-Stromwandlern[8] deutliche Vorteile im Hinblick auf die Abschaltung von Fehlern im Kabelendverschlussbereich bietet: anders als bei Kabelumbau-Stromwandlern liegt bei Stützer-Stromwandlern der Endverschluss im Schutzbereich des dem Feld zugeordneten Schutzrelais. Dies führt dazu, dass mit Kabelumbau-Stromwandlern ein Fehler erst vom vorgeschalteten Schutzgerät mit entsprechend längerer Abschaltzeit bereinigt wird. Schaltfelder sollten daher mit Stützer-Stromwandlern bestückt werden.

Fehler bei Spannungswandlern

Moderne numerische Schutzgeräte bieten für geringe Zusatzkosten gegenüber dem ungerichteten Überstrom-Zeit-Schutz für die Realisierung eines optimal selektiven Netzschutzes einen klaren Zusatznutzen. Um diese Zusatzfunktionalität nutzen zu können, müssen aber die entsprechenden Spannungssignale zur Verfügung stehen.

Da es aus Kostengründen in der Regel unverhältnismässig ist, in jedem Abgangsfeld Spannungswandler zu montieren, wird oft ein Satz Spannungswandler direkt im Sammelschienenbereich eingebaut (Bild 3).

Nicht nur für die Belange des Netzschutzes, sondern auch im Hinblick auf die Bedürfnisse der Kunden im liberalisierten Marktumfeld ist eine eindeutige Messung der Phasenspannungen von zunehmender Bedeutung. Aus Gründen des Fehlerrisikos (und der sich daraus möglicherweise ergebenden Folgeschäden) und der Zugänglichkeit zu den Spannungswandlern für Mess- und Kontrollzwecke ist es sinnvoll, die Spannungswandler nicht direkt im Sammelschienenbereich zu platzieren und anzuschliessen, sondern diese Verbindung über Trenner und – wegen der Trenner spannungsfrei ziehbaren – Sicherungen vorzunehmen. Dies führt dazu, dass ein separates Spannungswandlerfeld mit drei einphasigen Spannungswandlern vorzusehen ist (Bild 4). Im Hinblick auf zukünftige Bedürfnisse des Erdschlussschutzes bzw. der Erdschlussortung sollten Zweikernwandler mit entsprechenden Wicklungen eingebaut werden.

Einzelne Hersteller bieten Spannungswandlerfelder an, die parallel zur Spannungsmessung die Erdung der Sammelschienen über einen entsprechenden Erdungstrenner bieten.

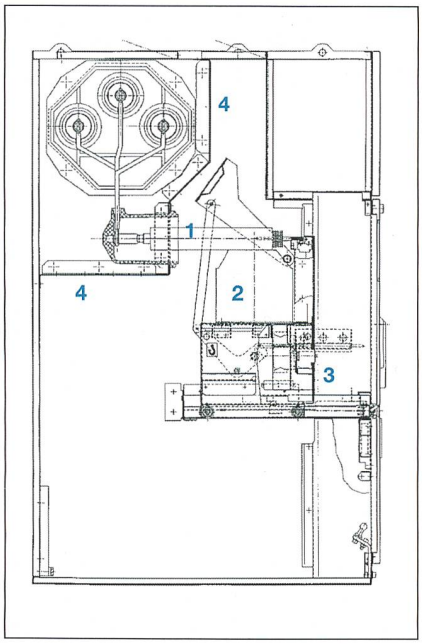


Bild 4 Querschnitt durch ein Spannungswandlerfeld, Spannungswandler und vorgeschaltete Sicherungen auf einem Einschub, metallgeschottete Sammelschienen

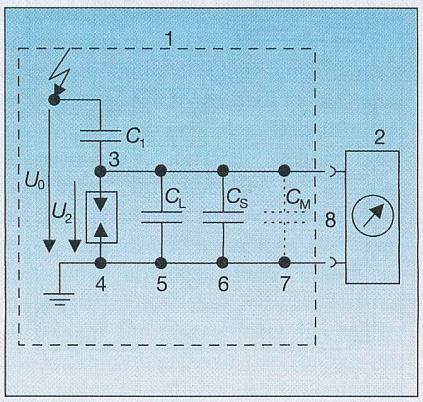
Typ ABB, ZS8; 1: Sicherung; 2: Spannungswandler; 3: Einschub-Kassette; 4: Metallschottung Sammelschiene

Neben den Sicherungen auf der Primärseite der Spannungswandler ist ebenfalls darauf zu achten, dass die Sicherungsautomaten auf der Sekundärseite der Wandler bezüglich des thermischem Grenzstroms korrekt auf den thermischen Grenzstrom der Wandler abgestimmt sind. Es darf nicht nur der Kurzschlussstrom als Kriterium für die Produktwahl betrachtet werden, da bei «langen» Zuleitungen zu den Wandlern bei Kurzschlüssen im Klemmenbereich auf Grund der relativ hohen Werte des Innenwiderstandes der Spannungswandler (abhängig von Hersteller und Typ) Fehlerströme resultieren können, die im Bereich des thermischen Grenzstromes des Wandlers liegen.

Kostenoptimierte Alternativen zu konventionellen Wandlern in Abgangsfeldern bieten einzelne Lieferanten auf Basis so genannter Kombisensoren, bei denen in einer Einheit der Phasenstrom (Messprinzip: Rogowski-Spule) und die Phasenspannung (Messprinzip: gedämpft kapazitiver Spannungsteiler) gemessen werden. Diese Kombisensoren weisen jedoch keine international genormten Ausgangssignale auf und sind somit nur mit entsprechend abgestimmten Schutz-, Mess- und Steuergeräten einsetzbar.

Aufbau eines kapazitiven Spannungsanzeige- bzw. -prüfsystems

Der Aufbau eines kapazitiven Spannungsanzeige- bzw. -prüfsystems gleicht dem eines kapazitiven Teilers, wie im untenstehenden Bild dargestellt. Dabei bildet die Koppel-Elektrode über das Koppel-Dielektrikum die Kapazität zu dem unter Spannung stehenden Anlageteil.



1: Koppelteil; 2: Steckbares Anzeigegerät; 3: Kapazität C_1 der Koppel-Elektrode; 4: Überspannungsableiter als Begrenzungselement; 5: Kapazität C_L der Verbindungsleitung zum Anzeigegerät; 6: Streukapazität C_S; 7: Optionale Messbeschaltung C_M; 8: Schnittstelle

Koppel-Elektroden mit der entsprechenden Koppelkapazität C_1 können als Durchführungen, Wandler, Steckerbuchsen, Teiler-Stützer, als Teiler ohne Stützfunktion oder sonstige kapazitive Beläge ausgeführt werden.
Aus der Prinzipdarstellung geht hervor, dass das Spannungsanzeigesystem anwendungsspezifisch auszulegen ist, da je nach Anwendung die Verbindungsleitung zwischen Koppelteil und Anzeigegerät unterschiedlich lange ausfallen kann und entsprechend der Kapazitätswert des Systemes mittels einer Zusatzbeschaltung C_M angepasst werden muss.

Wartung und Lebensdauer

Anlagen werden mit einer Erwartungshaltung an die Lebensdauer der Primärteile von etwa 30 bis 40 Jahren beschafft. Da diese Anlagen oft in einem bezüglich Temperatur und Luftfeuchtigkeit widrigem Umfeld zum Einsatz kommen, ist entsprechend dem Anlagenverhalten im Betauungsfalle[9] und generell der Oberflächenbehandlung der Metallteile – hauptsächlich im Bereich der Kanten von Profilen und Blechen – gebührende Beachtung zu schenken.

Während der Lebensdauer der Schaltanlage (Primärteil) muss damit gerechnet werden, dass die Sekundärtechnik (Schutzgeräte) mindestens einmal zu erneuern sein wird (Lebensdauererwartung etwa 20 Jahre). Dabei ist nicht auszuschliessen, dass mit dem Austausch der elektronischen Geräte gegebenenfalls auch die Wandler ausgetauscht werden müssen.

Aus diesem Grunde ist bei Strom- und Spannungswandlern darauf zu achten, dass Typen eingesetzt werden, die bezüglich ihrer Abmessungen internationalen Normen entsprechen und sich mit entsprechend geringem Aufwand austauschen lassen. In Schaltanlagenteile eingegossene Stromwandler – etwa im Bereich von Durchführungen – sind daher von Nachteil.

Ferner wirkt sich ein optimiertes Anlagenkonzept positiv auf die geforderten Wartungsarbeiten und -intervalle aus. Im Sinne der «Life Cycle Costs» ist deshalb der von den Anbietern geforderte Wartungsumfang über die gesamte Anlagenlebensdauer zu betrachten. Dabei wird in den nächsten 40 Jahren auch das Thema «Entsorgung» weiter an Bedeutung gewinnen: schon heute sollte daher bei der Beschaffung darauf geachtet werden, dass die verschiedene Materialien später einfach und eindeutig getrennt werden können. Einzelne Lieferanten geben auf Anfrage bereits heute ihren Kunden Materialtabellen ab, aus denen ersichtlich ist, welche Komponenten im Schaltfeld auf Basis welcher Materialien hergestellt wurden. Ein Schaltanlagentyp, der dank feldstärkebezogen optimierten Teilkomponenten, beispielsweise im Bereich des Anschlusses der Kabelendverschlüsse, ohne übermässigen Einsatz von Feststoffisolation auskommt, ist entsprechend im Vorteil.

Zusammenfassung

Bei der Beschaffung einer luftisolierten Schaltanlage ist es unerlässlich, bei der Angebotsanfrage konkrete technische Mindestforderungen zu stellen und bei der Auswertung der Angebote unterschiedlicher Hersteller neben dem Preis auch die angebotenen Produkte bezüglich ihrer technischen Eigenschaften und Möglichkeiten im Detail zu vergleichen. Dabei sollten die folgenden Kriterien gebührend gewichtet werden:

- Störlichtbogengeprüfte, metallgekapselte Schaltfeldkonstruktion;
- Metallische Sammelschienenschottung;
- Einschaltfester Erdtrennschalter;
- Verriegelungskonzept der Schaltfelder;
- Kapazitives Spannungsanzeigesystem;
- Einbau von Stützer-Stromwandlern an Stelle von Kabelumbau-Stromwandlern;
- Möglichkeit der späteren Austauschbarkeit von Wandlern;
- Verfügbarkeit von Spannungswandlerfeldern;

Les postes de couplage moyenne tension: concepts de base et propriétés

Ces dernières années, divers fabricants ont lancé sur le marché différents postes de couplage nouveaux. Ceux-ci peuvent être classés en catégories du point de vue de leurs caractéristiques techniques. Un critère fondamental est le milieu isolant: air ou SF_6 (ou mélanges gazeux contenant du SF_6). Etant donné que l'OFEFP souhaite n'utiliser des postes de couplages isolés au SF_6 que dans les cas où cela est inévitable, l'article examine les questions d'évaluation et de pondération des différentes propriétés des divers concepts d'installations isolées à l'air. L'évaluation est axée sur les problèmes que posent fréquemment en pratique les installations de couplage moyenne tension.

- Anforderungen an die Baugrösse der Kabelendverschlüsse;
- Geforderte Wartungsarbeiten und -intervalle;
- Ausführliche Produktdokumentation;
- Oberflächenbeschichtung der Metallstruktur mit Schwerpunkt Kantenbereich;
- Vermeidung des Einsatzes von Feststoffisolation.

Referenz

[1] *J. Keller, A. Franz*: Aus Unfällen lernen. Die Unfallstatistik der Jahre 1991 bis 2000. Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV), 8320 Fehraltorf, Bulletin 23/2001, 2001.

Adresse des Autors

Dr. *Roland Schmid*, EcoWatt Projects AG, 8852 Altendorf, dr_schmid@bluewin.ch

[1] Primärtechnik betrifft die Anlage, Sekundärtechnik die Schutz-, Steuer-, Mess- und Kommunikationsgeräte.

[2] D.h. bestandene Prüfung nach IEC 298: Störlichtbogen im Schaltfeld bei definiertem Kurzschlussstrom und definierter Einwirkdauer

[3] Die Störlichtbogenfestigkeit des Schaltfeldes ist dann aufgehoben.

[4] HR: High Resistance

[5] LRM: Low Resistance Modified

[6] In der Isolation des Mittelspannungskabels verlaufen die Feldlinien radial und stehen senkrecht auf der Oberfläche des Innenleiters. Der maximale Feldstärkewert in der Isolation tritt auf der Oberfläche des Innenleiters auf. Am Kabelende wird die äussere Leitschicht des Kabels und der Schirm entfernt, nur der Leiter und die Isolation bleiben bestehen. Entsprechend wird der radiale Feldverlauf aufgehoben. Der Endverschluss hat die Aufgabe, den Feldverlauf am Kabelende so zu steuern, dass einerseits an keiner Stelle in der Kabelisolation höhere Feldstärkewerte resultieren als im ursprünglich ungestörten Feldverlauf und andererseits keine tangentiale Feldkomponente an der Grenzfläche zwischen Kabelisolation und Endverschluss auftritt.

[7] Ein Stromwandler in Stützer-Bauform ist so dimensioniert, dass die Giessharzisolation des Wandlers selbst die erforderliche Spannungsfestigkeit sicherstellt. Stützer-Stromwandler sind, um Austauschbarkeit zu gewährleisten, in ihren Abmessungen genormt. Bei ihnen ist die Befestigungs-Grundplatte geerdet, die stromdurchflossenen Anschlüsse liegen auf Spannung.

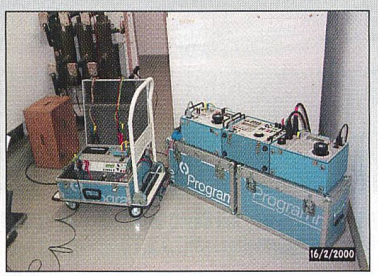
[8] Bei einem Kabelumbau-Stromwandler stellt der Leiter des Kabels die Primärwicklung (mit einer Windung) dar, und die Sicherstellung der Spannungsfestigkeit wird durch die Isolation des Kabels übernommen. Der Kabelumbau-Stromwandler selbst ist auf Erdpotenzial. Entsprechend geringer sind die Abmessungen eines solchen Stromwandlers gegenüber einem Stützer-Stromwandler.

[9] Infolge Kondensation von Luftfeuchtigkeit auf der Oberfläche von spannungsführenden Anlageteilen können bei ungünstigem Verlauf der elektrischen Felder in diesem Oberflächenbereich Glimmentladungen auftreten.

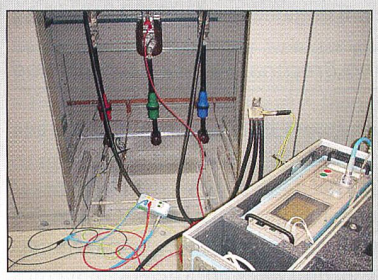
ZET - Zimmerli Energie Technik AG

Unsere Dienstleistungen auf einen Blick:

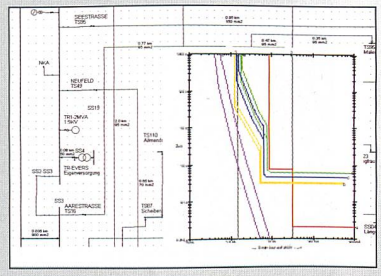
Schutzsystem-Prüfungen



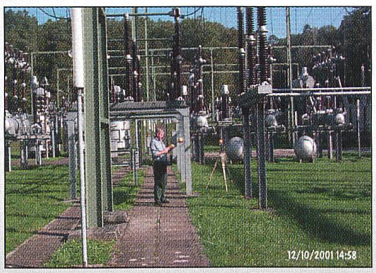
Leistungsschalter-Prüfungen



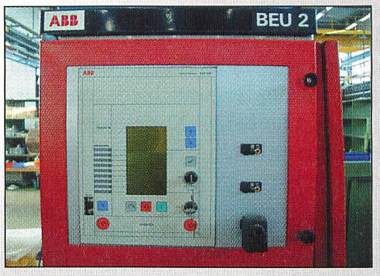
Kabelalterungs-Messungen



Netzanalysen und Schutzkonzepte



Magnetfeldmessungen, EMV-Sanierungskonzepte



Engineering von Schaltanlagen

Gerne unterstützen wir auch Sie in Ihrer Problemlösung:

Rütihubelweg 1
4812 Mühlethal

Tel: 062 751 69 51
Fax: 062 751 60 68

www.zetag.ch
mail: postmaster@zetag.ch