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: 79 (1988)

Heft: 23

Artikel: Zur Sicherheit von Niederspannungsschaltanlagen

Autor: Hagenbuch, A. / Huber, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904121

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: 06.07.2025

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

Zur Sicherheit von Niederspannungsschaltanlagen

A. Hagenbuch, J. Huber

Niederspannungsschaltanlagen stehen überall im Einsatz. Nach einem Hinweis auf Unfallstatistiken und -ursachen werden Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit von Niederspannungsschaltanlagen abgeleitet. Alle, vom Entwickler und Projektierer bis zum Betreiber einer Schaltanlage müssen ihren Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit leisten. Der Einsatz von typgeprüften Schaltanlagen ist ein Schritt in Richtung Sicherheit.

Les postes de couplage à basse tension sont très répandus. Après un aperçu des statistiques des accidents et de leurs causes, on passe aux mesures permettant d'augmenter la sécurité des postes de couplage. Tous ceux qui sont impliqués ici, du concepteur et projeteur à l'exploitant, doivent concourir à augmenter la sécurité. L'utilisation de postes de couplage ayant subi l'essai de type est un pas vers la sécurité.

Adresse der Autoren

Josef Huber, Technischer Assistent und *Anselm Hagenbuch*, Leiter Verkauf und Technik elektrische Gebäudeausrüstung, ABB Elektroanlagen, Werk Lenzburg, 5600 Lenzburg.

Niederspannungsschaltanlagen sind wesentliche Bestandteile der Verteilung, Steuerung und Anwendung von elektrischer Energie. Derartige Anlagen werden z.B. eingesetzt: im Haushaltbereich, in Bürogebäuden, in der Industrie, in Transformatorstationen und in Kraftwerken. Dementsprechend vielfältig sind auch die Anforderungen an diese Anlagen und die daraus resultierenden Ausführungen bzw. Bauformen.

1. Unfallstatistik und Unfallursachen

Die Statistik [1] zeigt, dass die Zahl der Unfälle und Todesfälle an elektrischen Starkstromanlagen im ganzen gesehen leicht abnehmende Tendenz aufweist. Untersucht man die Zahlen näher, so ist zu erkennen, dass im Hausbereich die Verhältnisse unverändert ungünstig sind. Auffällig ist der starke Rückgang der Unfälle in der Industrie, was einerseits auf erhöhte Sicherheitsmassnahmen, anderseits aber auch auf einen allgemeinen Rückgang der industriellen Tätigkeit in der Schweiz zurückgeführt werden kann. Dagegen haben die Unfall- und Schadenfälle in Niederspannungsschalt- und Verteilanlagen beträchtlich zugenommen.

Der Umgang mit elektrischem Strom birgt zahlreiche Gefahren in sich, die oftmals unterschätzt werden:

Elektrisierung, d.h. Durchströmung des menschlichen Körpers, was zu Herzstillstand oder Herzkammerflimmern oder zur Verkochung von Körpergeweben führen kann.

Lichtbögen mit
- hohen Temperaturen, welche Brände bzw. Verbrennungen oder Schmelzprozesse auslösen können
- Druckanstieg, welcher eine Belastung der Umgebung bedeutet
- Lichtemission, die zur Blendung führen kann
- Ionisation der Luft, welche die Isolationsfestigkeit herabsetzt.

Fachleute, wie Kraftwerkspersonal, Elektromonteure, Servicemonteure, sind in ihrer Berufsausübung den Gefahren der Elektrizität am stärksten ausgesetzt. Trotz besten Kenntnissen der Gefahren verursachen auch sie immer wieder Unfälle.

Das eigentliche Schadenereignis wird meistens durch Sorglosigkeit eingeleitet («mir ist noch nie etwas passiert») oder durch Missachtung von Sicherheitsmassnahmen (wegen Zeitmangel oder um Materialaufwand zu vermeiden). Wo improvisiert wird, dies zeigt auch die Statistik der Unfallgeschehen eindeutig, steigen die Unfallzahlen an.

Fehler resultieren aber auch aus falsch dimensionierten Anlagen, einer ungeeigneten Bauweise der Schaltfelder, nachlässiger Wartung oder Instandstellung, oder beim Sparen am falschen Ort.

Erst nach dem Auftreten von Schäden und als Folge ihrer unmittelbaren sowie späteren Folgen merken viele Leute, dass es sich lohnt, für die Sicherheit mehr zu investieren.

2. Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit

Alle an der Erstellung von Niederspannungsschaltanlagen Beteiligten sind für die Sicherheit verantwortlich und müssen diese Aufgabe ernst nehmen. Die Unfälle betreffen Menschen, und die Schäden beeinflussen die Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Alle Beteiligten, das sind

- die Entwickler von Schaltfeldersystemen
- die Planer und Projektanten von Anlagen
- die Entscheidungsträger aus Politik, Industrie, Gewerbe und Banken
- die Hersteller und Inbetriebsetzer und
- die Betreiber

Sie haben ihre Aufgabe und Verantwortung ernst zu nehmen und ihr Fachwissen nebst den erforderlichen Mitteln wie Zeit, Platz und Finanzen richtig einzusetzen.

In der Praxis ist es jedoch unmöglich, Störungen mit absoluter Sicherheit auszuschliessen. Es gibt aber Massnahmen, mit denen sichergestellt werden kann, dass das Risiko eines Schadenereignisses minimiert wird, die Ereigniswahrscheinlichkeit also vertretbar klein ist. Beispiele zeigen die Figuren 1 und 2.

2.1 Normen und Vorschriften beachten

Die weltweit bekannt gewordenen Anforderungen und Erfahrungen wurden von Fachleuten bei der Erstellung von interna-

tionalen Normen, z.B. IEC-439 [2], berücksichtigt. Diese dokumentieren den Stand der Technik und definieren die verschiedenen Begriffe, Bauformen, Aufstellungsarten, Merkmale usw. Ebenso sind die erforderlichen Schutzmassnahmen, z.B. gegen gefährliche Körperströme, sowie die durchzuführenden Prüfungen zum Nachweis der Kenndaten der eingesetzten Materialien und Konstruktionen festgelegt.

Auch durch die nationalen Gesetze, wie die «Sammlung der bundesrechtlichen Vorschriften über die elektrischen Anlagen», herausgegeben von der schweizerischen Bundeskanzlei, und die «Verordnung über die elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV)» [3; 4] soll die Sicherheit gewährleistet werden.

2.2 Prüfungen durchführen

Die Entwickler und Hersteller müssen durch geeignete Bauweise und korrekte Dimensionierung mithelfen, die Berührungsgefahr von elektrisch aktiven Teilen sowie die Entstehung von Störlichtbogen zu verhindern. Als Beispiel seien genannt:

- Anordnung der Sammelschienen, z.B. vertikal übereinander auf der Rückseite der Schaltfelder
- sichere Verbindung der aktiven Teile, z.B. Schraubverbindungen mit definierten Anzugsdrehmomenten, gegen Selbstlockern gesichert
- Verwendung geeigneter Isolierstoffe, z.B. selbstverlöschend, halogenfrei
- lichtbogensichere Trennung zwischen Geräteraum, Schienenraum und Anschlussraum

Durch Typprüfung ist nachzuweisen, dass die in den einschlägigen Bestimmungen festgelegten Anforderungen erfüllt werden, es sind dies:

- Einhaltung der Grenzübertemperaturen
- Isolationsfestigkeit
- Kurzschlussfestigkeit
- durchgehende Verbindung des Schutzleiterstromkreises
- Kriech- und Luftstrecken
- mechanische Funktion
- IP-Schutzart

Verantwortungsbewusste Firmen führen über die vorgeschriebenen Typprüfungen hinaus noch weitere Versuche durch, z.B. betreffend Störlichtbogen und Brandverhalten, auch wenn diese nicht vorgeschrieben sind. Daraus können Massnahmen abgeleitet werden, welche die Auswirkungen von gewissen Störungen möglichst auf den Entstehungsort begrenzen. Selbstverständlich werden zu allen Prüfungen aussagefähige Protokolle erstellt.

2.3 Sorgfältig Planen und Projektieren

Grundvoraussetzung ist eine systematische, schriftlich festgelegte Vorgehensweise beim Planen und Projektieren. Vor allem sind die Anforderungen sorgfältig abzuklären und festzulegen, auch wenn sie zuerst noch nicht gesichert bekannt sind. Folgende Gliederung hat sich bewährt und gibt einen Überblick:

Figur 1 Personensichere Einstellarbeiten an einer modularen Niederspannungs-Schaltanlage (Einschubtechnik)

Figur 2 Ausfahren eines Leistungsschalters an einer wartungsfreundlichen Niederspannungs-Schaltanlage

- *elektrische Anforderungen:* Nennspannungen und -ströme, Kurzschlussströme, Selektivität, Über- und Unterspannungen
- *umweltbedingte Anforderungen:* geographische Einflüsse wie Klima, Luftfeuchte, Höhenlage, Erdbeben; betriebliche Einflüsse wie Aufstellungsstandort, mechanische und chemische sowie thermische Beanspruchung, aggressive Gase, Bakterien
- *sicherheitstechnische Bedürfnisse:* Personenschutz, Sachschutz, Brandschutz, einzuhaltende Vorschriften z.B. betreffend Fluchtwegen, versicherungstechnische Aspekte
- *wirtschaftliche Anforderungen:* Investitionsaufwendungen, Raumausnutzung, Betriebskosten, Wartungsaufwand, Erweiterbarkeit, Instandhaltung, Verfügbarkeit.

Für eine optimale Planung sind realistische Angaben erforderlich. Übertriebene Anforderungen machen die Anlagen nicht sicherer, oft aber unzweckmässig.

Bei der Projektierung sind z.T. auch sich widersprechende Bedingungen gebührend zu berücksichtigen, wie

- Übersichtlichkeit der Anordnung
- leichtes Anschliessen der externen Verbindungen
- Bedienerfreundlichkeit
- Erweiterungsmöglichkeit
- Wartungsanforderungen
- kompakte Bauweise
- minimale Anschaffungskosten

Es gilt, in erster Linie Risiken für die menschliche Gesundheit zu vermeiden oder mindestens zu minimieren. Selbstverständlich sind die Kosten zu berücksichtigen, wobei auch eventuelle Folgekosten im Betrieb und bei Ausfällen miteinzurechnen sind. Beispielsweise weist eine Schaltanlage in Einschubtechnik eine hohe Berührungssicherheit als Personenschutz und eine entsprechende Störlichtbogensicherheit als Sachschutz auf, ist aber aufwendiger in der Konstruktion.

Es werden Fachleute mit entsprechenden Erfahrungen und Hilfsmitteln benötigt [5], um aus den vielfältigen technischen Möglichkeiten die zur Erfüllung und Gewährleistung der spezifischen Anforderungen zweckmässigen Produkte auszuwählen.

2.4 Verantwortungsbewusst entscheiden

Verantwortungsbewusstes Vorgehen ist charakterisiert durch klare Formulierung der Zielsetzung, Ausarbeitung von verschiedenen Lösungsvarianten, Vergleich der einzelnen Lösungsmöglichkeiten sowie durch Wahl und Entscheidung mit Begründungen. Man hüte sich vor Superlativen wie die billigste Lösung, die komfortabelste Ausführung, der kürzeste Liefertermin oder der erste Anwender.

Ohne Zweifel lohnt es sich, für die Sicherheit zusätzliche Aufwendungen vorzusehen. Nachbesserungen sind allgemein teurer und aufwendiger, als eine rechtzeitige, sorgfältige Vorabklärung. Entscheidungsträger, die nicht Fachleute sind, sollten sich nicht scheuen, kritische Fragen zu stellen und gegebenenfalls detaillierte Informationen anfordern.

2.5 Qualitätsgesichert herstellen

Durch Qualitätssicherungsmassnahmen kann gewährleistet werden, dass die Gesamtheit der eingesetzten Produkte und Dienstleistungen den vorgegebenen Anforderungen optimal entspricht.

Mittels Stückprüfungen können etwaige Werkstoff- und Fertigungsfehler festgestellt werden. Diese Prüfungen umfassen mindestens die Kontrolle der ausgeführten Schaltfelder, mechanisch und verdrahtungsmässig, eine Isolationsprüfung sowie die Prüfung der Schutzmassnahmen, inklusive der durchgehenden Verbindung des Schutzleiters.

Eigentliche Funktionsprüfungen bedürfen eines grösseren Aufwandes und sind

nach Bedarf anhand eines speziellen Prüfprogrammes durchzuführen.

2.6. Sorgfältige Montage und Inbetriebnahme

Der Transport, die Aufstellung der Schaltfelder, die Verkabelung und die Inbetriebnahme haben nach den Unterlagen der Hersteller zu erfolgen. Das eingesetzte Personal muss entsprechend geschult und überwacht werden.

Wichtig ist aber auch, dass die Montage und Inbetriebsetzungsvorschriften den Ausführenden wirklich zur Verfügung stehen und angewendet werden.

2.7 Sicherheitsorientierter Betrieb

Die Betriebs- und Wartungsvorschriften sollen beinhalten:

- Bedienungsanweisungen
- Wartung im Normalbetrieb
- Arbeiten nach Überlastabschaltungen
- Instandstellung nach Störungen

Durch regelmässige Inspektionen können rechtzeitig Veränderungen erkannt werden, wie übermässige Erwärmung, Geräuschbildung, unzulässige Verschmutzung, Versprödung der Isolationen.

Es ist Aufgabe des Bedienungs- und Wartungspersonals, solche Veränderungen zu erkennen und weiterzumelden, damit frühzeitige Abhilfemassnahmen eingeleitet werden können. Für in einzelnen Fällen unumgängliches Arbeiten unter Spannung sind nur geschulte und fachlich geeignete Personen auszuwählen. Ausserdem sind die Schutzmassnahmen gemäss Starkstromverordnung und gemäss den «Leitsätzen für das Arbeiten an Niederspannungsverteilanlagen», SEV 0146.1939, einzuhalten.

3. Folgerungen

Aus all dem Vorbeschriebenen lässt sich ableiten, dass für die sichere und gesamtkostengünstige Erstellung von Niederspannungsschaltanlagen Planer und Hersteller möglichst frühzeitig in Kontakt zueinander treten sollten. Durch den Einsatz von typgeprüften, personensicheren und modular aufgebauten Schaltanlagen ist ein grosser Schritt in Richtung Sicherheit von Niederspannungsschaltanlagen getan.

Literatur

[1] *O. Büchler:* Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz in den Jahren 1982 bis 1984. Bull. SEV/VSE 76(1985) 23, S. 1381 ... 1389.

[2] Ensembles d'appareillage à basse tension. Première partie: Règles pour les ensembles de série et les ensembles dérivés de série. Publication de la CEI 439-1, deuxième édition, 1985.

[3] Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV) vom 24. Juni 1987. Bern, EDMZ, 1987.

[4] Verordnung über die zulassungspflichtigen elektrischen Niederspannungserzeugnisse vom 29. Juni 1987. Bern, EDMZ, 1987.

[5] Für die Personensicherheit. Unser MNS-System. ABB-Druckschrift D IL 1144 86 D. Baden, ASEA Brown Boveri AG, 1986.

Vor-Ort-Netzdatenerfassung mit Klein-SPS

D. A. Wirz

In modernen SPS-Serien sind die kleinsten SPS-Geräte netzwerkfähig. Das folgende Beispiel zeigt, wie eine Mini-SPS mit integrierter Feldbus-Schnittstelle als dezentrales Ein- und Ausgabegerät für einen Personal-Computer eingesetzt werden kann. Ein Feldbus-Softwaretreiber erleichtert die Einbindung in das individuelle PC-Anwenderprogramm.

Dans les séries SPS modernes, les unités les plus petites sont intégrables aux réseaux. L'exemple suivant montre comment une mini-SPS avec interface de bus intégrée en tant qu'appareil d'entrée et de sortie décentralisé peut s'utiliser pour un ordinateur personnel. Un sous-programme pilote pour bus facilite l'intégration du programme individuel.

Adresse des Autors

Dieter Wirz, Klöckner-Moeller AG, Vogelsangstrasse 13, 8307 Effretikon.

SPS als verlängerter PC-Arm

Einfache Überwachungs- und Diagnoseaufgaben in der Automatisierungstechnik können heute mit grafikfähigen Personal-Computern (PC) preisgünstig gelöst werden. Der hier vorgestellte Softwaretreiber bietet PC-Anwendungsprogrammen einen Zugang zu Steuerungsnetzen mit SPS (speicherprogrammierbaren Steuerungen), die über einen Feldbus eine Ausdehnung bis zu 600 m haben können. Über die angeschlossenen Steuerungsgeräte (Fig. 1) hat der PC Zugriff auf bis zu 480 digitale Ein- und Ausgänge, 120 Analog-eingänge, 30 Analog-ausgänge und 30 schnelle Zählereingänge. Alle Komponenten, wie Schnittstelle, Feldbus und SPS-Steuerungsgeräte, sind für industrielle Anforderungen konstruiert und bieten damit eine hohe Zuverlässigkeit. Je nach Aufstellungsort des PCs kann eine Standard-büroausführung oder ein Industrie-PC eingesetzt werden.

Schneller Feldbus für Industrieeinsatz

Der Feldbus SUCONET wurde für die Vernetzung von Feldgeräten, SPS, Computern und intelligenten Subsystemen entwikkelt. Seine Hauptdaten sind in Tabelle I festgehalten. Der Feldbus deckt für dieses Anwendungsspektrum im ISO/OSI-Referenzmodell die Ebenen 1 und 2 ab. Die weitere Datenverarbeitung geschieht auf Betriebsystemebene durch die angeschlossenen Automatisierungsgeräte und das Anwenderprogramm. Suconet kann echtzeitbezogen mit kurzen, festgelegten Telegrammen und bei längerer Zykluszeit mit Telegrammen variabler Länge betrieben werden. Damit dieses Prinzip effektiv und preisgünstig bis in die unterste Automatisierungsebene wirken kann, wurde die Schnittstelle in jede PS-3-Kleinsteuerung integriert. Über sie ist die PS 3 direkt als autarke SPS nach dem Master-Slave-Prin-

- bis 600 m Übertragungslänge
- RS-485-Schnittstelle mit Halbduplexbetrieb, asynchron
- 187,5 kBit/s Übertragungsgeschwindigkeit
- Übertragungsmedium: verdrillte 2-Draht-Leitung
- bis 30 Teilnehmer pro Bus
- zentralgesteuertes Zugriffsverfahren (Polling)
- Master-Slave-Prinzip
- Telegrammlängen fest und variabel
- UART-Zeichenformat nach FT 1.2
- Telegrammsicherung: Längs- und Quersicherung

Tabelle I Hauptdaten des Feldbus SUCONET