Reinigen elektrischer Anlagen bis 36 kV unter Spannung

W.Kathrein, H.Kehne, Erlangen

Schaltanlagen und Transformatoren bis 36 kV müssen abhängig von den Umgebungsbedingungen in bestimmten Zeitabständen gereinigt werden. Der Nutzer solcher Anlagen erwartet – durch die veränderten Wettbewerbsbedingungen am Energiemarkt gestärkt – höchste Verfügbarkeit bzw. Versorgungssicherheit. Daher dürfen derartige Wartungsaufgaben nicht zur Betriebsunterbrechung führen. Seit Jahren ist deshalb das Reinigen unter Spannung das Mittel der Wahl. Der Beitrag erläutert den Stand der Technik am Beispiel der von der Siemens AG, Bereich ATD, angebotenen Verfahren für Mittel- (MS) und Niederspannung (NS).

Verfahren des Arbeitens unter Spannung (AuS) – dazu zählt auch das Reinigen – besitzen den Vorteil, daß bei voller Gewährleistung der Arbeitssicherheit an in Betrieb befindlichen Anlagen gearbeitet werden kann. Wie positive, internationale Langzeiterfahrungen mit AuS in allen Spannungsebenen belegen (z.B. Frankreich [1], Ostdeutschland bis 1990), können beträchtliche Kostenvorteile durch AuS ohne Abstriche bei der Arbeitssicherheit ausgeschöpft werden. Diese Möglichkeiten reduzieren die Betriebskosten, weil der Koordinierungsaufwand zum Durchführen der Reinigung sinkt und die Säuberung im freigeschalteten Zustand teuerer ist.

AuS ist heute eine weltweit eingeführte und erprobte Technologie zur Wartung, Instandsetzung und Umrüstung von Anlagen der elektrischen Energieversorgung. Darunter besitzen vorbeugende Arbeiten wie das Reinigen offener Anlagen eine besonders große Bedeutung. Je nach Verschmutzungsart und -intensität werden Säuberungen in Abständen zwischen einem halben Jahr und zwei Jahren empfohlen.

Die nachstehend genannten Reinigungsmethoden unter Spannung decken den MS- und NS-Bereich ab:

- Trockenreinigung durch Absaugen in MS-Anlagen bis 36 kV mit dem Verfahren „Arbeiten auf Abstand“.
- Trockenreinigung durch Absaugen in NS-Anlagen bis 1000 V mit den Verfahren „Arbeiten mit Isolierhandschuhen“ bzw. „Arbeiten auf Abstand“.
- Naßreinigung von NS-Kabelverteilerschränken bis 1000 V mit dem Verfahren „Arbeiten auf Abstand“.

Alle Verfahren wurden erfolgreich von der Prüfstelle des Fachausschusses Elektrotechnik der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik (BG F&E) auf elektrische Sicherheit und mechanische Beanspruchung geprüft und zugelassen.

Autoren

Dipl.-Ing. *Walter Kathrein* war bis zum Eintritt in den Ruhestand 1996 Referatsleiter für Umweltschutz, Arbeitssicherheit und Strahlenschutz, Dipl.-Ing. *Heiner Kehne* ist Sicherheitsingenieur bei der Siemens AG, Geschäftsgebiet Technische Dienstleistungen, Erlangen.

1 Voraussetzungen für AuS

Die Bedingungen für AuS sind in den einschlägigen Vorschriften enthalten (vgl. Überblick). Die BG F&E beschreibt sie in der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (VBG 4) mit der besonders wichtigen und überarbeiteten Tabelle 5 „Randbedingungen für das Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen hinsichtlich Auswahl des Personals in Abhängigkeit von der Nennspannung“. Die entscheidenden Anforderungen der DIN VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“ lauten:

- Arbeiten unter Spannung dürfen nur von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen mit zusätzlicher Spezialausbildung ausgeführt werden.
- Nach erfolgreichem Abschluß der Spezialausbildung müssen die Teilnehmer einen Befähigungsnachweis erhalten, aus dem hervorgeht, welche Arbeiten sie unter Spannung ausführen dürfen.
- Die Fähigkeit zum AuS muß entweder durch Praxis oder durch erneute Schulung erhalten und nachgewiesen werden.
- Das Arbeitsverfahren ist festzulegen,
  – Arbeiten auf Abstand
  – Arbeiten mit Isolierhandschuhen
  – Arbeiten auf Potential
- Es sind aufgaben- und technologiebezogene Arbeitsanweisungen zu erstellen. Die dargestellten Verhaltensmaßregeln müssen in Art und Umfang der Aufgabe angepaßt werden.
- Erforderliche Werkzeuge, Ausrüstungen, Schutz- und Hilfsmittel sind festzulegen.
- Die Umgebungsbedingungen (Niederschlag, Nebel, Gewitter, Wind, Frost, Betauung) müssen nach Art der Reinigungsmethode berücksichtigt werden.
- Jedes Reinigungssystem ist mindestens einmal jährlich zu warten bzw. von einer Elektrofachkraft zu überprüfen.
- Unbefugter Gebrauch der Gerätschaften ist nicht zulässig und deshalb von den Eingewiesenen zu verhindern.
- Vor dem Reinigungsbeginn müssen die mitgeführten Betriebsanweisungen der einzelnen Geräte unbedingt gelesen werden.

Dieser Auszug zeigt, daß das Reinigen unter Spannung erhebliche Investitionen auf Personal- und Geräteseite vom Anwender fordert.

2 Grundsätzliche Festlegungen

Arbeitsverantwortlicher. Vor Aufnahme jeglicher Arbeiten ist vom Vorgesetzten ein Arbeitsverantwortlicher pro Arbeitsgruppe zu benennen. Diese „Elektrofachkraft“ besitzt die bekannten Pflichten nach DIN VDE 0105-100. Als Bindeglied zum Anlagenverantwortlichen des Kunden besitzt der Arbeitsverantwortliche gegenüber der reinigenden Arbeitsgruppe Weisungsbefugnis.

Aufsichtsführender. Im Rahmen der organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen sind die Arbeiten von einer in Erster Hilfe ausgebildeten und mindestens elektrotechnisch unterwiesenen Person zu überwachen (siehe §7 UVV „Erste Hilfe“, VBG 109). Der Gesetzgeber schreibt für Sicherheits-

ÜBERBLICK AuS-Vorschriften

VBG 4
„Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“, Aktualisierte Fassung von 1998
VBG 125
„Sicherheits- und Gesundheitskennzeichnung am Arbeitsplatz“, Ausgabe 1997
VDE 0105-100
„Betrieb von elektrischen Anlagen“, Ausgabe 1997
VDE 0680
„Körperschutzmittel, Schutzvorrichtungen und Geräte zum Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen bis 1000 Volt“, Ausgabe 1983/94/7
VDE Schriftenreihe Heft 48
„Arbeitsschutz in elektrischen Anlagen“, Ausgabe 1996
VDE Schriftenreihe Heft 13
„Betrieb von elektrischen Anlagen“, Ausgabe 1998
BG F&E „Die Brücke“ Ausgabe 4/96
„Arbeiten unter Spannung“



❶ Reinigen von 20 kV-Schaltfeldern unter Spannung durch Absaugen

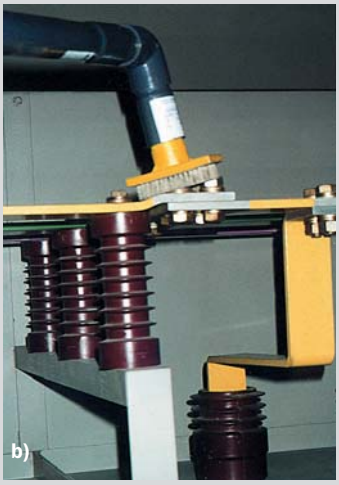


❷ Set zur Trockenreinigung bis 36 kV



❹ NS-Reinigungsset





❸ Geformte Bürsten
a) Halbrundbürste am 20 kV-Stützer
b) Schrubber an 20 kV-Sammelschiene

maßnahmen sowohl für den Einzelfall als für regelmäßig wiederkehrende Aufgaben bzw. Situationen die Schriftform vor. Dabei sind die Festlegungen in den elektrotechnischen Regeln zu beachten. Dem Aufsichtsführenden obliegt nach VBG 4, DA zu §7 das ständige Überwachen der Sicherheitsmaßnahmen während des Durchführens der Arbeiten. Der Aufsichtsführende darf selbst nur dann aktiv tätig werden, wenn solche Arbeiten nicht seine Aufsicht beeinträchtigen. Die aufsichtsführende Person kann innerhalb der Gruppe wechseln. Eine solche Änderung bedarf ebenfalls der schriftlichen Festlegung.

Beaufsichtigender. Im Unterschied zum Aufsichtsführenden überwacht der Beaufsichtigende die laufenden Arbeiten. Er darf grundsätzlich keine weiteren Tätigkeiten übernehmen. Bezüglich des Personalwechsels in dieser Funktion gelten die Bestimmungen für den Aufsichtsführenden.

Qualifikation der Mitarbeiter. Die erforderliche Qualifikation ist durch eine spezielle Zusatzausbildung zu erwerben und nachzuweisen. Kenntnisse und Fertigkeiten müssen dem neuesten Stand entsprechen und jährlich überprüft werden. Wissenslücken führen sofort zum Entzug der Berechtigung für AuS. Der Betroffene hat das fehlende Wissen neu zu erwerben.

3 Reinigungsarbeiten unter Spannung

3.1 Arbeitsverfahren

Für Reinigungsarbeiten unter Spannung stehen zwei Arbeitsverfahren zur Verfügung:

Arbeiten auf Abstand. In DIN VDE 0105-100 heißt es dazu im Abschnitt 6.3.4.1: „Beim Arbeiten auf Abstand bleibt der Arbeitende in einem festgelegten Abstand von unter Spannung stehenden Teilen und führt seine Arbeiten mit isolierenden Stangen aus".

Arbeiten mit Isolierhandschuhen. Die gleiche Vorschrift führt im Abschnitt 6.3.4.2 aus: „Bei diesem Arbeitsverfahren berührt der Arbeitende, geschützt durch Isolierhandschuhe und möglicherweise isolierendem Armschutz, direkt unter Spannung stehende Teile. Bei NS-Anlagen schließt die Benutzung von Isolierhandschuhen die Verwendung von isolierenden und isolierten Handwerkzeugen und eine geeignete Standortisolierung nicht aus".

3.2 Trockenreinigung durch Absaugen in MS-Anlagen bis 36 kV

Die Methode entspricht dem Verfahren „Arbeiten auf Abstand". Der Schmutz (Staub) wird mit Hilfe von Düsen abgesaugt oder durch Abbürsten der zu reinigenden Anlage unter gleichzeitigem Absaugen des Staubes entfernt (Bild ❶). Die Düsen und Bürsten werden mit verlängerbaren Saugrohren geführt. Zur Ausrüstung gehören Reinigungskopf (Düse und Bürste), Saugrohr, Verlängerungsrohre, Saugschlauch und Staubsauger. Ein Reinigungs-Set in einem stabilen Metallkoffer zeigt Bild ❷.

Der Staubsauger ist ein spezieller Industriestaubsauger mit einer Mindestluftgeschwindigkeit von 20 m/s. Sie wird überwacht. Unterschreitet die Luftbewegung einen Mindestwert, ertönt ein Signal. Alle anderen Teile bestehen vollständig aus Isoliermaterialien. Düsen und Bürsten sind in ihrer Form (Bild ❸) weitgehend den zu reinigenden Gegenständen angepaßt.

In größeren Anlagen, insbesondere dort, wo der Sammelschienenbereich nicht einsehbar ist, werden die Arbeiten von einem erhöhten Standort aus, z.B. einer fahrbaren Arbeitsbühne aus Kunststoff (Bild ❶), durchgeführt.

Auslösevorrichtungen, die beim Berühren mit den Reinigungsgeräten ein ungewolltes Ausschalten von Schaltgeräten bewirken können, werden vor Beginn der Arbeiten am Schaltgerät arretiert.

Schmutz bzw. Staub beeinflussen in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen Leitfähigkeit und Isoliervermögen der Arbeitsmittel. Die vorgeschlagenen Geräte bieten trotzdem größte Sicherheit, weil die Anforderungen an die Überbrückungssicherheit der Vorrichtungen zum Reinigen sicher eingehalten werden. Ihnen liegen die „herabgesetzten Werte" der Mindestabstände nach DIN VDE 0101/05.89 Tabelle ❶ zugrunde.

Nach jedem Einsatz muß die komplette Ausrüstung entsprechend der Arbeitsanweisung gereinigt und optisch kontrolliert werden.

Typgeprüfte Anlagen verlangen eine Abstimmung mit deren Hersteller vor Reinigungsbeginn. Es ist zu klären, ob und inwieweit die verfügbaren Vorrichtungen zum Reinigen eingesetzt werden dürfen.

Bei der Säuberung läßt sich in der Regel der Schmutz durch Absaugen entfernen. Sollte



❺ Reinigen einer NS-Anlage nach den Methoden „Arbeiten auf Abstand“ bzw. „Arbeiten mit Isolierhandschuhen“



❻ Naßreinigungseinrichtung im Anhänger mit Mannschaftswagen

diese Methode an einzelnen Stellen versagen, z.B. bei verharztem Öl an Trafo-Durchführungen oder auf dem Trafo-Deckel, bei eingetrocknetem Fett an Trenner-Schaltstücken, steht eine geeignete Reinigungsflüssigkeit für die Bürstenreinigung zur Verfügung. Sie gefährdet weder den Menschen, noch schädigt sie die Umwelt.

Säuberungsarbeiten dürfen nur Arbeitsgruppen von mindestens zwei Personen übernehmen. Ein Mitarbeiter führt die Tätigkeiten aus, die zweite Person beaufsichtigt ihn. Letzterer darf dabei natürlich keine weiteren Arbeiten übernehmen.

3.3 Trockenreinigung durch Absaugen in NS-Anlagen bis 1000 V

Die Handhabung dieser Methode ist nach den zwei genanntenVerfahren möglich. Zum Anschluß an den Industriestaubsauger steht ebenfalls ein erprobtes Reinigungsset bereit (Bild ❹). Die Bürsten und Düsen eignen sich speziell für die Intensivreinigung von Kabelverteilerschränken, offenen Innenraum-Schaltanlagen sowie von Steuerschränken.

Als „Isolierende Stange“ gilt bei den Reinigungsarbeiten (auf Abstand) das Saugrohr (Bild ❺), das in Anlehnung an DIN VDE 0680 Teil 3 „Betätigungsstangen“ gebaut wurde.

„Isoliertes Werkzeug“ sind die im Set (Bild ❹) enthaltenen vollisolierten handbetätigten Werkzeuge (z.B. Bürsten, Pinsel nach Bild ❺). Sie entstanden in Anlehnung an DIN VDE 0680 Teil 2 bzw. DIN VDE 0682 Teil 201 (EN 60900) „Isolierte Werkzeuge“. Es darf nur eng anliegende, langärmlige Kleidung aus Baumwolle oder Baumwoll-Mischgewebe getragen werden (auch in den Sommermonaten). Zur persönlichen Schutzausrüstung gehören:

- Schutzhelm mit Gesichtsschutzschirm (nach DIN VDE 0680 Teil 1)
- Isolierende Handschuhe mit Baumwollunterziehhandschuhen (nach DIN VDE 0680 Teil 1)
- Isoliertes Werkzeug nach DIN VDE 0680 Teil 2 bzw. DIN VDE 0682 Teil 201 (EN 60900).

Vor Aufnahme der Arbeiten ist eine situationsabhängige Abgrenzung des Arbeitsbereiches vorzunehmen, um die Arbeitsstelle gegen zufälliges Berühren durch nicht beteiligte Personen zu sichern.

Beim Durchführen der Arbeiten ist darüber hinaus folgendes zu beachten:

- Vor Beginn und nach Abschluß der Arbeiten hat der Arbeitsverantwortliche das Protokoll für die „Trockenreinigung von NS-Anlagen“ auszufüllen. Ein Wechsel der Aufsicht ist genau zu vermerken.
- Sobald eine Betauung der zu reinigenden Anlagenteile oder der Gerätschaften vorliegt, darf die Reinigung nicht ausgeführt werden.
- Vor Beginn der Reinigungsarbeiten sind die Stromkreisbezeichnungen zu notieren, damit sie bei Beschädigung oder Herunterfallen wieder richtig montiert werden können.
- Heruntergefallene Trennwände bleiben liegen und sind bei einer dann erforderlichen Revision zu erneuern.

3.4 Naßreinigung von NS-Kabelverteilerschränken bis 1000 V

Die Naßreinigung gehört zur Kategorie „Arbeiten auf Abstand”. Die komplette Reinigungseinrichtung muß in einem Fahrzeug untergebracht werden (Bild ❻). Sie besteht aus folgenden Komponenten: Kunststoff-Wassertank mit bis zu 750 Liter normalen Leitungswassers, Heißwasser-Hochdruckreiniger, Spezial-Hochdrucklanze mit isoliertem Strahlrohr und Zubehör.

Zur persönlichen Schutzausrüstung gehören: isolierende Gummistiefel nach DIN VDE 0680 Teil 1, ein Gesichtsschutzschirm nach DIN VDE 0680 Teil 1, isolierende Handschuhe nach DIN VDE 0680 Teil 1 sowie eine Gummischürze und/oder Regenbekleidung.

Über die Handhabung der Reinigungslanze für die Naßreinigung, über Wasserdruck, -temperaratur, benötigte Wassermenge (ca. 30 l/Schrank) gibt die Gebrauchsanweisung hinreichend Auskunft.

Bei dieser Methode sind mehrere Sicherheitsmaßnahmen in Reihe geschaltet:

- Das Mundstück an der Reinigungslanze aus hochwertigem Isolierstoff verhindert das Einleiten von Störlichtbögen und den Stromübertritt auf die metallische Düse des Strahlrohres.
- Das Strahlrohr besteht in Anlehnung an DIN VDE 0680 Teil 3 komplett aus hochwertigem Isolierstoff.
- Der Spezialmonteur trägt seine persönliche Schutzausrüstung.

Als „Isolierende Stange“ gilt bei diesen Arbeiten die Hochdruck-Reinigungslanze, die ebenfalls in Anlehnung an DIN VDE 0680 Teil 3 „Betätigungsstangen“ gebaut wurde.

Beim Durchführen der Arbeiten sind weitere Bedingungen zu erfüllen:

- Vor Beginn und nach Abschluß der Arbeiten ist das Protokoll für „Naßreinigung in NS-Anlagen“ auszufüllen. Wird während der Arbeiten die Verantwortlichkeit der Aufsicht gewechselt, so ist dieses zu vermerken.
- Die Arbeitsstelle muß gegen zufälliges Berühren durch Unbeteiligte gesichert werden.
- Die Reinigung hat bei Temperaturen unter und um den Gefrierpunkt zu unterbleiben.
- Kabelverteilerschränke, in denen Massekabel (NAKBA, NEKBA) montiert sind, dürfen nicht mit einem Heißwasser-Hochdruckreiniger gereinigt werden. Dieses Verbot gilt nicht, wenn sie mit Schrumpf-Endverschlüssen zuverlässig abgedichtet sind.
- Kabelverteilerschränke mit elektrischen Betriebsmitteln, wie Zähler, Rundsteuergeräte, RCD-Schutzeinrichtungen, dürfen nicht abgespritzt werden.
- Vor Beginn der Reinigung sind die Stromkreisbezeichnungen zu notieren, damit sie nach Beschädigung oder Herunterfallen wieder richtig angebracht werden können.
- Heruntergefallene Trennwände bleiben liegen und sind bei einer dann erforderlichen Revision zu erneuern.

Literatur:

[1] *Becker, J.*: Arbeiten unter Spannung in Frankreich. Elektropraktiker, Berlin 53(1999) 6, S. 570 - 573

Anzeige