

# Arbeiten unter Spannung

## Zwei bahnbrechende Neuerungen auf dem Mittelspannungssektor

W. Kathrein, Erlangen; G. Rotter, Neumarkt, Opf.

**Permanente Verfügbarkeit von Elektroenergie ist heute ein wichtiger Standortfaktor geworden. Gleichzeitig wird durch den zunehmenden Kostendruck immer weniger Redundanz zur Verfügung gestellt. Das erfordert zum einen eine erhöhte Betriebssicherheit vorhandener Anlagen. Zum anderen können bei den dazu notwendigen Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten nicht immer ganze Anlagenteile freigeschaltet werden. Das Arbeiten unter Spannung (AuS) bietet dazu die Alternative. Zwei Neuerungen auf dem Mittelspannungssektor bieten eine große Unterstützung für das AuS in der Praxis.**

### 1 Nachfüllen von Isolieröl in Nasskabelendverschlüsse

Das Nachfüllen von Isolieröl in Nasskabelendverschlüsse von Anlagen bis 36 kV musste bisher im spannungsfreien Zustand der Anlagen durchgeführt werden. Das Isolieröl wird hierbei in einem Behälter (Ölkochtopf/-dose) so lange erhitzt, bis Blasen sichtbar werden. Beim Einfüllen der erhitzten Masse mit einfachsten Hilfsmitteln besteht dabei allerdings die Gefahr von Hautverbrennungen.

#### 1.1 Nachfüllvorgang

Mit dem neu entwickelten und fahrbaren Nachfüllgerät wird der Nachfüllvorgang erheblich verkürzt, einfacher und außerdem sicherer (Bild 1). Nach Öffnen der Verschlusschraube am Nasskabelendverschluss mittels isolierender Arbeitsstange mit auswechselbarem Arbeitskopf (Isolierschraubendreher, Bild 2) wird das nach Herstellervorgaben erhitzte Isolieröl per Knopfdruck in den geöffneten Nasskabelendverschluss eingefüllt (Bild 3). Dies geschieht mittels einer Isolierlanze (Nachfülllanze, Bild 4).

Das im fünf Liter fassenden Ölbehälter des Nachfüllgeräts auf die eingestellte Temperatur erhitzte Öl (meist etwa 120 °C) wird mittels einer Pumpe zum Endverschluss transportiert.

#### 1.2 Sicherheitsmaßnahmen

Es gilt, einen Mindest-Arbeitsabstand zu den unter Spannung stehenden Teilen einzuhalten. Dazu müssen in einer Höhe über dem Fußboden von etwa 600 mm und 1200 mm Schutzleisten vorhanden sein (siehe Bild 1). Der erforderliche Mindest-Arbeitsabstand ist der Tabelle A.2 „Richtwerte für Abstände“ in DIN VDE 0105-100 zu entnehmen, in Abhängigkeit der Netz-Nennspannung. Sind entsprechende Schutzleisten nicht vorhanden, müs-

sen sie vor Beginn der Arbeiten in den oben angegebenen Abständen angebracht werden. Isolationsfestigkeit und Überbrückungssicherheit der Isolierlanze und des Isolierschraubendrehers werden nach DIN VDE 0681 Teil 1 geprüft.

#### 1.3 Spezialausbildung

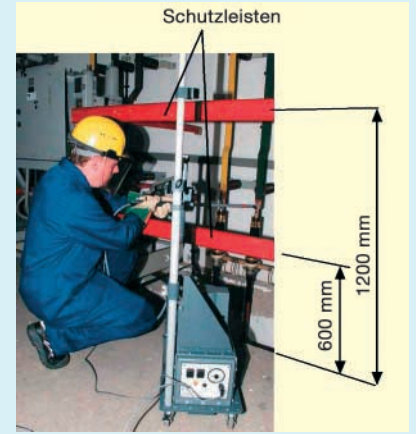
Das Nachfüllen unter Spannung bis 36 kV darf nur von Elektrofachkräften mit entsprechender Zusatzausbildung, unter Einhaltung der Forderungen in der BGV A2 §8 und DIN VDE 0105 Teil 100, Abschnitte 6.3.1. bis 6.3.12, ausgeführt werden.

Neben der Prüfung auf erkennbare Mängel (Sichtprüfung) vor jeder Benutzung wird eine vom Hersteller durchzuführende wiederkehrende Prüfung (mindestens alle sechs Jahre) auf Einhaltung der in der Norm vorgegebenen Grenzwerte für die Isolierlanze und den Isolierschraubendreher gefordert.

#### 1.4 Kosteneinsparungen

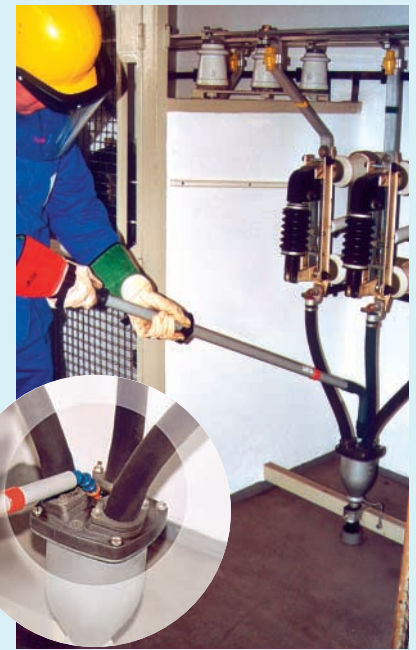
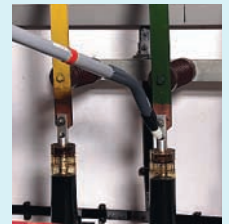
Umfragen ergaben, dass mit dem bisher praktizierten Verfahren:

- Freischalten,
- gegen Wiedereinschalten sichern,
- Spannungsfreiheit feststellen,
- Erden und Kurzschließen,
- benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken,
- Aufkochen des Isolieröls und Einfüllen,

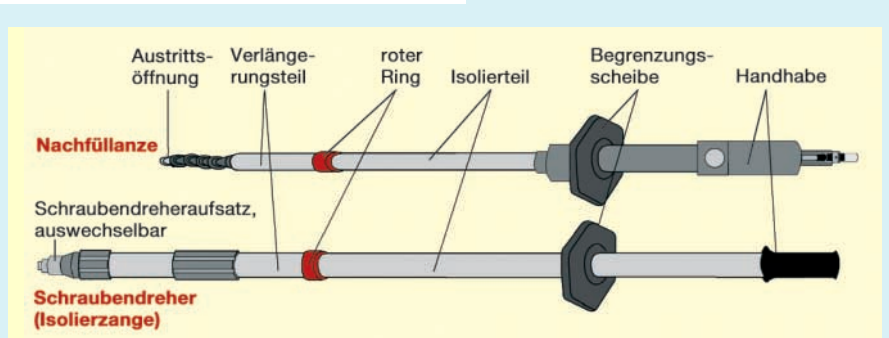


1 Nachfüllen des Isolieröls eines Nasskabel-Endverschlusses

2 Öffnen eines Nasskabel-Endverschlusses mit Isolierschraubendreher



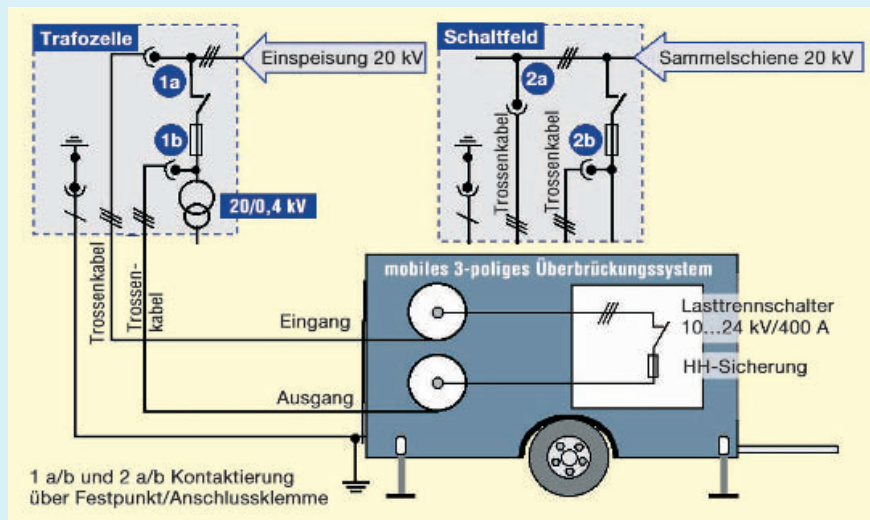
3 Einfüllvorgang



4 Nachfüll-Lanze und isolierende Arbeitsstange mit Isolierschraubendreher

#### Autoren

Obering. Walter Kathrein ist freier Fachjournalist, Erlangen; Dipl.-Ing. Gerhard Rotter ist Mitarbeiter der Fa. Dehn & Söhne, Neumarkt.



5 Prinzipschaltbild der mobilen Überbrückungseinheit

zwei bis drei Monteure pro Tag etwa drei Satz Nasskabelendverschlüsse nachfüllen können. Nach dem neuen Verfahren kann ein Monteur – ohne die Anlage abzuschalten – an einem Tag bei 13 Satz Nasskabelendverschlüssen das Isolieröl nachfüllen. Wird ein Stundensatz von 60,- Euro zu Grunde gelegt, so ergibt sich eine Kostenersparnis von 6 000,- Euro pro Tag.

## 2 Wartung und Instandhaltung von MS-Anlagen 10 bis 24 kV

Bereits einfachste Wartungsarbeiten an Kundenstationen können im Hinblick auf eine unterbrechungsfreie Stromversorgung für die angeschlossenen Abnehmer nur an Sonn- und Feiertagen durchgeführt werden. Deshalb bietet gerade in diesem Bereich das AuS eine wirtschaftliche Alternative.

Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an MS-Innenraumschaltanlagen werden heute in Deutschland nach dem Verfahren „Arbeiten auf Abstand“ durchgeführt. Dabei hält der Monteur grundsätzlich einen festgelegten Mindestabstand von unter Spannung stehenden Teilen ein und führt seine Arbeiten mit isolierenden Stangen aus. Dieses Verfahren wird z. B. bei der Trockenreinigung durch Absaugen und bei der Feuchtreinigung von Durchführungen und Isolatoren mit Schwämmen, die mit isolierendem Reinigungsmittel angefeuchtet sind, praktiziert. Die Schaltstückwartung wird wie die Feuchtreinigung mit speziell für die Kontaktwartung entwickelten isolierenden Reinigungsmitteln und Schwämmen durchgeführt. Beim Ausblasen und Ölen von Schalt-schlössern sowie beim Ölen von Gelenkwellen wird die Druckluft oder das Öl mit Hilfe von Isolierschläuchen an das Anlagenteil geführt.

### 2.1 Mobile Überbrückungseinheit

Das neue Überbrückungssystem ist für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten von Kundenstationen mit Lasttrennschaltern konzipiert. Mit Hilfe des dreipoligen Systems (Bilder 5 und 6) entfällt z. B. die Schalterarretierung bei Reinigungsarbeiten unter Spannung an Lasttrennschaltern. Vor allem kann damit unterbrechungsfrei die komplette

mechanische Funktion von in der Anlage vorhandenen Lasttrennschaltern, die oft jahrelang nicht mehr geschaltet wurden, überprüft werden, d. h. Handauslösung mittels Schaltstange, Sicherungsauslösung mittels Prüfsicherung, Reinigen des Schalters und speziell der Schaltstücke, des Schaltschlusses und der Gelenkwellen sowie Schmier- und Fetten aller entsprechenden Stellen.

**2.2 Aufstellung, Montage und Inbetriebnahme**

Das Einbringen der Trossenkabel der mobilen Überbrückungseinheit erfolgt mit isolierenden Stangen. Weiterhin ist folgendes zu beachten:

- Standort des mobilen Überbrückungssystems und Abschränkungsmaßnahmen sind entsprechend der Umgebungsbedingungen auszuwählen.
- Zu überprüfen ist, ob zusätzlich zu den Abschränkungen Wachtposten benötigt werden.
- Erden des Überbrückungssystems als Potentialausgleichsmaßnahme.
- Vor dem Einbringen und Kontaktieren der Trossenkabel sind alle in der Nähe der Anschlusspunkte unter Spannung stehenden und geerdeten Anlagenteile mit Isoliermatten oder angepassten isolierenden Abdeckungen abzudecken oder abzugrenzen.
- Als sichere Anschlusstechnik wurde die Verbindungstechnik „Kugelkopfhabe auf Kugelbolzen“ gewählt. Bei fehlenden Kugelbolzen in der Anlage sind Kugelfestpunkte, mon-



**6 Mobile Überbrückungseinheit, fertig angeschlossen**

tiert auf Spezialklammern für Flach- oder Rundleiter, in der Anlage vorzusehen. Zur sicheren Kontaktierung sind die Trossenkabel mit drehbaren Kugelkopfhäuben ausgerüstet.

- Die Trossenkabel sind in Abständen von etwa 150 cm mit Spezialklammern im Dreierbündel zusammenzufassen und zu arretieren.
- Am Abgang des zu wartenden Schalters im Schaltfeld ist die Ausgangsleitung des Überbrückungssystems zu montieren.
- Die Einspeisung des Überbrückungssystems ist vom Sammelschienensystem abzugreifen. Bei Turmstationen ist der Abgriff auch am Freileitungseil außerhalb der Anlage möglich.
- Vor dem Zuschalten des 3-poligen Überbrückungssystems ist mittels des eingebauten kapazitiven Prüfsystems auf Phasengleichheit zu prüfen.
- Während der Wartungsarbeiten sind der Laststrom und die Systemspannung auf Leiterbruch oder Erdschluss mittels der zum Überbrückungssystem gehörenden Messgeräte zu überwachen.

**2.3 Technische Daten**

- PKW-Anhänger  
L x B x H = 325 cm x 170 cm x 180 cm;  
Gewicht = max 2 500 kg
- Schalteinrichtung  
Spannungsbereich = 10 bis 24 kV / 50 Hz  
Lasttrenner max. 400 A  
Spannungsanzeige mit kapazitivem Spannungsprüfsystem nach IEC 61 243-5
- Verbindungsleitungen = Trossenkabel NTMCGWÖU 50/16 Cu, 24 kV fest montiert auf dem Überbrückungssystem  
Länge Eingang: 3 x 20 m, bestückt mit Endverschluss (Fabr. cellpack)  
Länge Ausgang: 3 x 15 m, bestückt mit Endverschluss (Fabr. cellpack) und Kugelkopfhabe)

**2.4 Spezialausbildung**

Das mobile 3-polige Überbrückungssystem für MS-Innenraumanlagen darf nur von Elektrofachkräften mit entsprechender Spezialausbildung, unter Einhaltung der BGV A2 § 8 und der DIN VDE 0105-100, Abschnitte 6.3.1 bis 6.3.12, betrieben werden.

**2.5 Prüffristen**

Neben der Prüfung auf erkennbare Mängel vor jeder Benutzung des Überbrückungssystems sind zusätzlich die Prüffristen für die zu verwendenden Schutz- und Hilfsmittel zum sicheren Arbeiten in elektrischen Anlagen nach BGV A2, § 5, Tabelle 1C, einzuhalten. Der Einsatz der mobilen Überbrückungseinheit bedeutet einen wesentlichen Fortschritt hinsichtlich der Betriebssicherheit von MS-Schaltanlagen.

**3 Schlussbetrachtung**

Die jahrelange Praxis in vielen Ländern hat bewiesen, dass „Arbeiten unter Spannung“ sicher ausgeführt werden können, wenn eine entsprechende betriebliche Organisation, eine Spezialausbildung zur Qualifizierung des Personals und die erforderliche Ausrüstung vorhanden sind.

Dies gilt im Übrigen genauso für das „Arbeiten in der Nähe spannungsführender Teile“ und für das „Arbeiten im freigeschalteten Zustand“.

**Literatur**

- [1] BGV A2 (früher VBG 4) Elektrische Anlagen und Betriebsmittel. Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln, mit Durchführungsanweisungen vom Oktober 1996 (aktualisierte Fassung 1998).
- [2] DIN VDE 0105-100/VDE 0105 Teil 100:2000-06 Betrieb von elektrischen Anlagen.
- [3] VDE 0682 Geräte und Ausrüstungen zum Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen (harmonisierte EN- bzw. IEC-Normen).
- [4] DIN VDE 0681 Bestimmung für Geräte zum Betätigen, Prüfen und Abschränken unter Spannung stehender Teile mit Nennspannungen über 1 kV.