

# Arbeitssicherheit in Mittelspannungsschaltanlagen

Jörn Martens

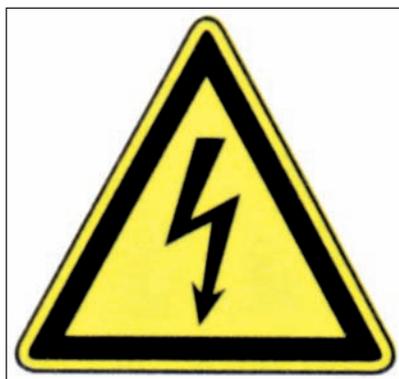
Jedem Unternehmen sollte es ein Grundsatz sein, den Schutz der Mitarbeiter vor Unfällen und gesundheitlichen Schäden auf eine solide Grundlage zu stellen. Neben diesen humanen Aspekten zieht ein Unfall natürlich auch rechtliche und wirtschaftliche Folgen nach sich.

Gerade im Bereich von Mittelspannungsschaltanlagen kommt es immer wieder zu schweren, meistens tödlich verlaufenden Unfällen. Gründe hierfür sind auf der einen Seite die »Betriebsblindheit«, d.h. auch auf diesem Gebiet erfahrenen Elektrofachkräften passieren schwere Fehler durch Routine und Gewöhnung an die Gefahren im Umgang mit elektrischer Energie. Auf der anderen Seite lässt sich aber immer noch beobachten, dass Fehler durch Unkenntnis und mangelhafte Organisation beim Betreiben elektrischer Anlagen vorkommen.

## Schutz von Leib und Leben

Den Mangel an Arbeitssicherheit bemerken die Beteiligten oft zu spät, manchmal erst dann, wenn es zu einem Unfall kommt. So eine Situation macht dann deutlich, dass die Sicherheit sowohl im Berufsleben als auch im privaten Bereich unverzichtbar ist. Leider haben Eigentümer von kleineren Mittelspannungsschaltanlagen oder Industrienetzen häufig nur wenig bzw. überhaupt keine Kenntnisse über die Gefährlichkeit ihrer Anlagen. Das sichere Errichten und Betreiben von Mittelspannungsanlagen erfordert eine Reihe organisatorischer Voraussetzungen und Fachwissen. In diesem Bereich sind technische Schutzmaßnahmen – z. B. ein hochgradiger Berührungsschutz – organisatorischen Maßnahmen oder dem Verwenden von persönlicher Schutzausrüstung vorzuziehen.

Jörn Martens,  
bfe Oldenburg



**Bild 1: Für abgeschlossene elektrische Anlagen gilt eine Kennzeichnungspflicht (Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung)**



**Bild 2: Typgeprüfte Schaltanlagen bieten eine hohe Personensicherheit**



**Bild 3: Offene Nieder- und Hochspannungsanschlüsse der Netztransformatoren**



**Bild 4: MS-Anlage in Blockbauweise**

## Schaltanlagen in Mittelspannungsnetzen

Die Serienfertigung der elektrischen Betriebsmittel erfordert auch, dass elektrische Netze nur mit bestimmten Spannungswerten betrieben werden. Historisch haben sich für die Bezeichnung der Spannungsebenen die Begriffe Niederspannungs-, Mittelspannungs-, Hochspannungs- und Höchstspannungsnetze etabliert. Der Verband der Netzbetreiber (VDN) gibt zurzeit die folgende Einteilung der Spannungsebenen für Deutschlands Netze an (Quelle: [www.vdn-berlin.de](http://www.vdn-berlin.de)):

- NS: Niederspannung (0,4kV)
- MS: Mittelspannung (6...60kV)
- HS: Hochspannung (60...220kV)
- HöS: Höchstspannung (220kV und 380kV).

Das Mittelspannungsnetz (MS-Netz), das häufig mit 20kV betrieben wird, stellt ein weitläufiges Netz dar, mit dem man in der Regel Industriebetriebe, Großgewerbe, öffentliche Einrichtungen sowie Stadt- und Landbezirke versorgt. Ggf. erfolgt hier auch eine zusätzliche Einspeisung durch Kleinkraftwerke, z. B. Blockheizkraftwerke oder Windenergieanlagen.

## Abgeschlossene Betriebsstätte

Mittelspannungsschaltanlagen gehören zu den sogenannten abgeschlossenen Betriebsstätten. Dies sind Räume oder Orte, die ausschließlich zum Betrieb elektrischer Anlagen dienen und nur von mindestens elektrotechnisch unterwiesenen Personen (EuP) mit einem Arbeitsauftrag betreten werden dürfen. Hierzu gehören z. B. auch Transformator- und Schaltzellen.

Zu abgeschlossenen Betriebsstätten darf der Eintritt nur durch abschließbare Türen oder sonstige Zugänge möglich sein. Die Unfallverhütungsvorschrift BGV A8 fordert zusätzlich das Warnschild W 08, d.h. einen schwarzen Blitzpfeil im gelben Dreieck (Bild 1).

Die Türen müssen nach außen aufschlagen, Türschlösser müssen so beschaffen sein, dass der Zutritt unbefugter Personen jederzeit verhindert ist. In der Anlage befindliche Personen müssen diese allerdings ungehindert verlas-

sen können. Diese Forderung gilt als erfüllt, wenn die Eingangstür von außen nur mit einem Sicherheitsschlüssel für Zylinder- oder Bartschlösser zu öffnen ist und von innen das Öffnen der Tür mit einer Klinke oder einer ähnlich einfachen Einrichtung leicht erfolgen kann. Die abgeschlossene elektrische Betriebsstätte ist so zu gestalten und zu betreiben, dass Gefährdungen für Personen vermieden werden – bei gleichzeitiger Gewährleistung der Anlagensicherheit.

Mittelspannungsschaltanlagen kann man grundsätzlich in die zwei Anlagentypen typgeprüfte und offene Schaltanlagen unterteilen.

## Typgeprüfte Schaltanlagen

Schaltanlagen dieser Art bestehen aus geschotteten oder gekapselten Schaltzellen (Bild 2). Diese Bauweise gemäß DIN VDE 0670 Teil 6 baut man nicht nach Mindestabständen, sondern als Beweis des Isolationsvermögens dient eine Spannungsprüfung. Durch günstige Elektrodengestaltung sowie durch Fest-

stoffisolierung oder Isoliertgas ( $SF_6$ ) lassen sich die Abstände – und damit das benötigte Volumen für die Schaltzelle – erheblich reduzieren. Hierdurch entsteht die Möglichkeit, Schaltanlagen mit kleineren Abmessungen zu bauen. Die Schaltzelle wird praktisch zum Gerät, man spricht deshalb auch von *typgeprüften Schaltzellen*.

## Hohe Personensicherheit

Diese Anlagen sind so konstruiert, dass das Bedienungspersonal im Falle eines Störlichtbogens geschützt ist. Es müssen ausreichend groß bemessene Druckentlastungsöffnungen im Gebäude oder der Station vorhanden sein. Diese dienen der Begrenzung der Druckbelastung durch Störlichtbögen großer Energie im Fehlerfall. Die zum sicheren Betrieb notwendigen Einrichtungen wie Spannungsprüfer, Erdungsgarnituren, Absperrketten und Schilder für das sichere Durchführen der fünf Sicherheitsregeln müssen vorhanden sein.

Die Kapselung der Schaltanlagen darf nicht darüber hinwegtäuschen,

dass sich in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte weiterhin berührungsgefährliche Teile befinden können, wie z. B. der Transformator in Bild 3.

## Forderungen an Schaltanlagen

Die DIN VDE 0670 Teil 601 enthält Richtlinien über die Störlichtbogenprüfungen für Schaltzellen der gekapselten Bauweise. Aus der Sicht des Betriebs sind folgende Forderungen an Schaltanlagen zu stellen:

- Personensicherheit
  - Störlichtbogeneprüfte Schaltzellen
  - Alle Schalthandlungen sind bei geschlossener Tür bzw. Schaltzellenfront ausführbar
  - Prüfen der Spannungsfreiheit bei geschlossener Tür bzw. Schaltzellenfront
- Betriebssicherheit/Wartung
  - Vollständiger Schaltfehlerschutz durch lückenlose Abfrageverriegelungen
  - Vollständige Fernsteuerbarkeit
  - Vakuumschalterprinzip: wartungsfreie Vakuumröhren und Antriebe

- Verwendung von Normkomponenten und serienmäßigen Geräten (Bild 4).
- Höchstmaß an Umweltunabhängigkeit
- Geschlossene Kapselung in allen Betriebszuständen garantiert hohen Immissionsschutz
- Isolatoren mit hoher Fremdschichtfestigkeit.

## Offene Schaltanlagen

Bei diesem Anlagentyp handelt es sich um eine Gerüstbauform aus Profilstahlgerüsten (Bild 5). Die Auskleidung der Gerüste erfolgte in Duroplattenbauweise. Hierbei handelt es sich um mit Faserstoffen verstärkte Hartgipsplatten. Durch die Abgrenzung der Zellen – und ebenso zu den Sammelschienen – mit diesen feuerhemmenden Zwischenwänden bleiben die Auswirkungen eines Störlichtbogens im Allgemeinen auf die betroffene Schaltzelle begrenzt. Innere Schottwände sind nicht üblich. Wegen der offenen Bauform besteht aber kein allseitiger Berührungsschutz gegenüber spannungsführenden Teilen.



**Bild 5: Solche offenen Schaltzellen sind verboten, es besteht Anpassungspflicht**

Die Gefährdung des Bedienpersonals durch Störlichtbögen großer Energie, sowie die Gefahr einer tödlichen Körperdurchströmung ist erheblich. Solche Anlagen entsprechen nicht mehr dem geforderten Stand der Technik und müssen dringend angepasst bzw. erneuert

werden. Die Forderung zur Anpassung bestehender elektrischer Anlagen zum »Sicherstellen des Schutzes beim Bedienen von Hochspannungsanlagen« ist schon seit dem Jahre 1980 Bestandteil der DIN VDE 0101.

Seit 1996 wird die Anpassungspflicht auch in der Durchführungsanweisung zur Unfallverhütungsvorschrift VBG 4 (heute BGV A3) genannt. Dazu zählt auch die Anpassungsforderung zum Schutz beim Bedienen von Hochspannungsanlagen bis spätestens zum 31.10.2000 (Ziffer 2 im Anhang 1). Man beachte hierzu auch die Berufsgenossenschaftliche Information BGI 559.

Dennoch sind heute noch immer eine Vielzahl solcher Anlagen im Betrieb. Die Schaltberechtigten müssen beim Bedienen oder Arbeiten in diesen alten Anlagen besonders auf eine ausreichende Arbeitsbereichskennzeichnung und Abgrenzung und die Verwendung geeigneter persönlicher Schutzausrüstung achten (flammsichere Bekleidung, Helm mit Gesichtsvisionier, Schutzschuhe und -handschuhe etc.).

## Grundsätze für Anlagen

In der Anlage sind Übersichtsschaltpläne auszuhängen, aus denen die elektrische Verschaltung und die Betriebsmittelzuordnung hervorgeht (vereinfachte einpolige Darstellung nach DIN VDE 0105 Teil 100 Abschnitt 4.7.101). Ein Übersichtsschaltplan soll einen schnellen Überblick über Aufgabe, Aufbau, Gliederung und Wirkungsweise einer elektrischen Schaltanlage geben.

Komplexe Schalthandlungen und Schaltaufträge sind schriftlich auszuarbeiten, hierzu müssen entsprechende Vorlagen vorhanden sein.

## Organisation der Arbeiten

Jede elektrische Anlage muss unter der Verantwortung einer Person – dem Anlagenverantwortlichen – betrieben werden. Wo zwei oder mehr Anlagen miteinander in Verbindung stehen, sind Absprachen der jeweiligen Anlagenverantwortlichen unverzichtbar. Ein Anlagenverantwortlicher mit Weisungsbefugnis für den Betrieb der elektrischen Anlage muss Elektrofachkraft sein. Der Zugang zu allen Orten mit elektrischen Gefährdungen für Laien muss geregelt sein. Der Anlagenverantwortliche legt die Art der Zugangsregelung und -überwachung fest.

Für jede Arbeit muss ein Arbeitsverantwortlicher benannt werden. Sofern die Arbeitsdurchführung unterteilt ist, kann es erforderlich sein, für jede Arbeitsgruppe eine für die Sicherheit verantwortliche und für alle eine koordinierende Person zu benennen.

Der Arbeitsverantwortliche und der Anlagenverantwortliche müssen Schaltungen in der Anlage und den Arbeitsplan für Arbeiten an, mit oder in der Nähe von elektrischen Anlagen miteinander vereinbaren, bevor der Schaltzustand geändert oder mit den Arbeiten begonnen wird. Der Arbeitsverantwortliche und der Anlagenverantwortliche können ein und dieselbe Person sein.

Von den an, mit oder in der Nähe von elektrischen Anlagen arbeitenden Personen muss eine ausreichende Anzahl so ausgebildet und unterwiesen sein, dass sie bei elektrischem Schlag und/oder Verbrennungen entsprechende Erste Hilfe leisten können. Es wird empfohlen, Anleitung zur Ersten Hilfe je nach Erfordernis an der Arbeitsstelle auszuhängen oder als Merkblatt an die arbeitenden Personen auszugeben.

Jeder Person, die aus Sicherheitsgründen Bedenken hat eine Anweisung oder Arbeit auszuführen, muss die Möglichkeit gegeben werden, diese Bedenken unmittelbar dem Arbeitsverantwortlichen mitzuteilen. Dieser muss die Sachlage untersuchen und erforderlichenfalls die Entscheidung einer fachlich übergeordneten Stelle herbeiführen.

## Wer ist schaltberechtigt?

Zu den maßgeblichen Bestimmungen für das Bedienen von Starkstromanlagen gehören die VDE-Bestimmungen DIN VDE 0105 Teil 100 und die Unfallverhütungsvorschriften BGV A3 in Verbindung mit BGV A 1. Diese Bestimmungen bzw. Vorschriften legen u. a. fest, welcher Personenkreis (Laien, unterwiesene Personen oder Fachkräfte) welche Arbeiten in elektrischen Anlagen durchführen darf und wer für diese Arbeiten verantwortlich ist. Führt z. B. eine Elektrofachkraft allgemeine elektrotechnische Arbeiten durch, die ihr geläufig sind und für die sie eine Ausbildung hat, so sind keine besonderen Arbeitsanweisungen vom verantwortlichen Vorgesetzten oder schriftliche Erklärungen für den verantwortlichen Unternehmer erforderlich.

Anders verhält es sich bei Tätigkeiten, bei denen man eine besondere Gefährdung von Personen und Sachen nicht ausschließen kann. Hierzu zählen Schalthandlungen, insbesondere in Mittel- und Hochspannungsanlagen. Der Unternehmer muss für solche Tätigkeiten Fachkräfte auswählen, die sich dafür eignen. Er ist verpflichtet, diese Personen besonders auszubilden. In Verbindung mit detaillierten Arbeitsanweisungen erhält der Mitarbeiter die Schaltberechtigung, bei folgenden Anforderungen:

- Ist befähigte Person (am besten Elektrofachkraft)
- Kennt wichtige Vorschriften und Bestimmungen
- Kennt Fachausdrücke für Schaltkommandos
- Kennt Warnschilder und Verantwortungsbereich
- Kann persönliche Schutzausrüstung (PSA) richtig auswählen und einsetzen
- Ist Psychisch und physisch leistungsfähig
- Verfügt über Führungseigenschaften
- Beherrscht Erste Hilfe (Ersthelfer)
- Verfügt über Kenntnisse der Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen. ■