

Sicherheit und Schutz beim Betreiben von Ortsnetzstationen

Illo-Frank Primus, Reinhard Buchenau, Björn Schlüter

Sicherheit und Schutz beim Betreiben von Ortsnetzstationen

Reinhard Buchenau • Illo-Frank Primus • Björn Schlüter

In der Bundesrepublik Deutschland sind z. Zt. etwa 400 000 Ortsnetzstationen in Betrieb. Jährlich wächst diese Anzahl um ca. 8 000 Ortsnetzstationen. Der wirtschaftliche Druck auf die Betreiber von Ortsnetzstationen führt dazu, dass bewährte Bauformen überprüft und Alternativkonzepte sowohl in der Baugestaltung, bei der Auswahl und Konfiguration der Mittelspannungsschaltanlage, der Niederspannungsschaltanlage und am Transformator diskutiert werden. Die Standardisierung und Vereinfachung der Konzeption von Ortsnetzstationen ist zu begrüßen, jedoch darf sie nicht soweit gehen, dass die anerkannten Normen und Regeln der Technik außer acht gelassen werden.

Die technischen Spezifikationen für Ortsnetzstationen maßgeblicher Stromversorgungsunternehmen beruhen auf den Normen und Richtlinien wie IEC [1], DIN [2], VDE [3], VBG [4] und auf einschlägigen Gesetzen.

Stand der Vorschriften und Gesetzeslage

Das Produkthaftungsgesetz [5–6] verpflichtet den Hersteller, nach den anerkannten Normen und Regeln der Technik zu bauen. Dies sind im Besonderen IEC-,

EN-, DIN- und VDE-Bestimmungen [7–10]. Bei Abweichungen ist es üblich, den Ausschreibenden auf dies hinzuweisen. Die VBG verpflichtet den Unternehmer und Betreiber, Anlagen und Betriebsmittel entsprechend den elektrotechnischen Regeln zu errichten und zu betreiben [11–13]. Dabei ist im Besonderen der Personenschutz des Bedienenden einzuhalten [5–18].

Das Arbeitsschutzgesetz [14] verpflichtet den Arbeitgeber alle erforderlichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes unter Berücksichtigung der Umstände zu tref-

fen, die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bei der Arbeit beeinflussen. Er hat dabei die Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen und erforderlichenfalls sich ändernden Gegebenheiten anzupassen. Dabei hat er eine Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz des Beschäftigten anzustreben. Zur Planung und Durchführung sind geeignete Organisationen und Mittel sowie Schulung und Kontrolle sicherzustellen. Dies bedeutet im Einzelnen:

- Der Arbeitgeber ist verpflichtet, Gefährdung für Leben und Gesundheit der ihm anvertrauten Mitarbeiter zu vermeiden → ASG [14],
- der Arbeitgeber ist zu einer Minimierung der Gefährdung verpflichtet → ASG [14],
- der Arbeitgeber ist verpflichtet, die Gefahren an der Quelle zu bekämpfen → ASG [14],
- der Arbeitgeber hat den Stand der Technik bei Maßnahmen zu berücksichtigen → ASG [14],
- Individuelle Schutzmaßnahmen sind nachrangig. Es gilt der Grundsatz, dass vorrangig immer eine technische Maßnahme vorzusehen ist, um Personensicherheit zu gewährleisten → ASG [14], VBG Handlungsanleitung [13], DIN 31000 (VDE 1000):1979-03 [10],
- persönliche Schutzausrüstungen allein oder nur organisatorische Maßnahmen sind nicht ausreichend → VBG Handlungsanleitung [13],
- den Beschäftigten sind geeignete Anweisungen zu erteilen → ASG [14].

Wie den Angaben der zitierten Literatur entnommen werden kann, ergibt sich aufgrund von neuen Gesetzgebungen und neuen technischen Vorschriften ab 1996 eine deutliche Verschärfung der Anforderungen an die Sicherheit von Ortsnetzstationen. Ergänzt werden die Sicherheitsanforderungen für Leben und Gesundheit durch gleichzeitig zu erfüllende höhere Anforderungen an den Umweltschutz [19–25], also den Gewässerschutz im Netzbereich [19–20, 23–24] und die EMV-Verträglichkeit von Anlagen [25], an die Gehäuseklasse von Ortsnetzstationen [7] und an den Schutzgrad [26] (in der Regel IP23D). Wie heutige Ortsnetzstationen im Einzelnen diese neuen Anforderungen erfüllen, kann teilweise be-

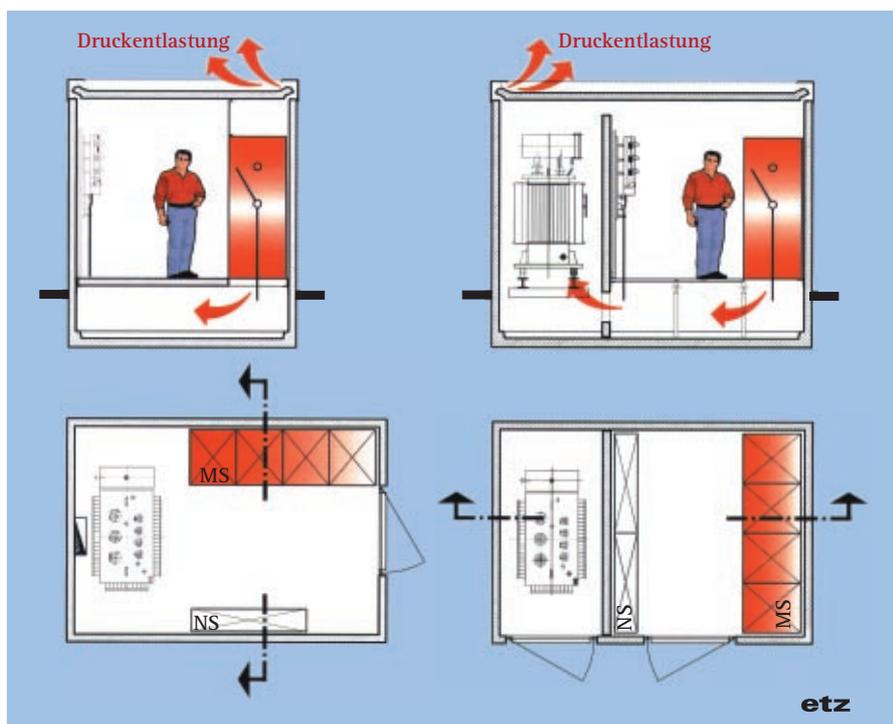


Bild 1. Störlichtbogenfestigkeit von begehbaren Stationen

reits der Literatur der letzten Jahre entnommen werden [23–30].

Nachweis von Sicherheit und Schutz bei Ortsnetzstationen

Ortsnetzstationen der verschiedensten Bauarten und Bauweisen werden heute mittelspannungsseitig üblicherweise mit modernen, wartungsfreien, gasisolierten Schaltanlagen ausgerüstet. Das Verhalten der Kombination Mittelspannungsschaltanlage und Stationsgebäude bei inneren Fehlern – hier liegt das höchste Gefährdungspotenzial – wird in der Regel nach den Kriterien der DIN EN 61330 (VDE 0670 Teil 611):1997-08 [7] geprüft (Störlichtbogenprüfung).

Dabei unterscheidet man zwischen zwei Fehlerorten, zum einen innerhalb des Schaltanlagenbehälters (Gasraum), zum anderen außerhalb des Schaltanlagenbehälters (Kabelanschlussraum).

Innerhalb des Schaltanlagenbehälters kann es durch Fehlverhalten der elektrischen Einrichtung, durch Fehlbedienung sowie bei aktiven Schalthandlungen zu einer möglichen Zündung am Schaltkontakt kommen, was im Besonderen den unmittelbar vor der Schaltanlage stehenden Bedienenden gefährden kann.

Fehler am Kabelanschluss können durch Einwirkungen auf elektrische Teile von außen (Überspannungen, Feuchtigkeit, Kleintiere), oder aber durch fehlerhafte Anschlussgarnituren (Materialschäden, fehlerhafte Montagen) entstehen.

Im Vordergrund der Prüfungen steht der Nachweis des Schutzes des Bedienenden (Zugänglichkeitsgrad A) sowie des Schutzes von Passanten (Zugänglichkeitsgrad B).

Nur erfolgreich testierte Prüfungen der Kombination von Ortsnetzstation und Schaltanlage nach Zugänglichkeitsgrad A und B liefert dem organisatorisch Verantwortlichen (Arbeitgeber) den Nachweis, dass ausreichende technische Maßnahmen gegeben sind, um eine Gefährdung für Leben und Gesundheit des anvertrauten Mitarbeiters und von Passanten zu vermeiden.

Stand der Technik von MS-Schaltanlagen für Ortsnetzstationen

Seit Ende der 70er-Jahre haben gasisolierte Mittelspannungs-Lastschaltanlagen Einzug in das sekundäre Verteilungsnetz gehalten.

Waren die ersten Entwicklungen noch rundschnurgedichtete, nachfüllbare Lösungen mit Wartungsaufwand, so sind die heute üblichen hermetisch verschweißten, nicht nachfüllbaren Lösungen im elektrischen und auch mechani-

schen Teil wartungsfrei. Nach [8] fallen diese unter die Klassifizierung „hermetically sealed“ oder auch „sealed for life“ mit einer Lebenserwartung > 35 Jahren.

Der einheitliche standardisierte Feldaufbau mit minimaler Komponentenzahl – z. B. einfachste Dreistellungs-Drehlasttrenn- und Erdungsschalter an Stelle von zwei herkömmlichen getrennten miteinander verriegelten Schaltgeräten – erhöhen die Zuverlässigkeit und Sicherheit bei gleichzeitiger Kostenreduktion.

Eine hermetische Kapselung aus nicht korrodierenden Materialien und vollisolierte Kabelanschlussysteme stellen die Unabhängigkeit der Betriebsmittel von Umwelteinflüssen sicher.

Integrierte wartungsfreie Fehlerstrom- und Spannungsanzeigesysteme sowie Kurzschluss-Schutzeinrichtungen für den Transformator sind die Voraussetzung für lebenslangen wartungsfreien Betrieb.

Logische einfach aufgebaute Abfrageverriegelungen gewährleisten, dass der Zugriff auf aktive spannungsführende Teile nur im ausgeschalteten und geerdeten Zustand möglich ist. Geerdete berührungssichere Abdeckungen vor den elektrischen Anschlusszonen stellen den passiven Schutz des Bedienenden zu jedem Betriebszustand sicher.

Flexibilität in der Schaltanlagenkonfiguration wird durch ein- bis fünffeldige Blockvarianten und die optionale steckbare Anlagenerweiterung ohne Eingriff in den gasgefüllten Isolierraum sichergestellt.

Damit stehen mit der modernen Technik Lösungen für alle Anforderungen von der Einfachschaltanlage bis hin zu komplexen mehrfeldigen Varianten in sicherer und kostengünstiger Ausführung zur Verfügung.

Stand der Gehäusetechnik von Ortsnetzstationen

Seit Übernahme der IEC 61330:1995-12 [31] als VDE-Bestimmung DIN EN 61330 (VDE 0670 Teil 611):1997-08 in das Deutsche Normenwerk im Jahr 1996 [7] sind Stationsgebäude in der Bundesrepublik Deutschland nur noch entsprechend dem in dieser Norm niedergelegten Stand der Technik herzustellen. Man unterscheidet zwischen von innen bedienbaren und von außen bedienbaren fabrikfertigen Stationen, d. h. zwischen begehbaren und nicht begehbaren Stationen. Für die nicht begehbaren Stationen hat sich der Begriff „Kompaktstationen“ etabliert.

Um die größtmögliche Personensicherheit, im Besonderen bei inneren Fehlern, zu erwirken, müssen – wie in der Norm vorgeschrieben – alle Typprüfungen an einer kompletten fabrikfertigen Station durchgeführt werden.

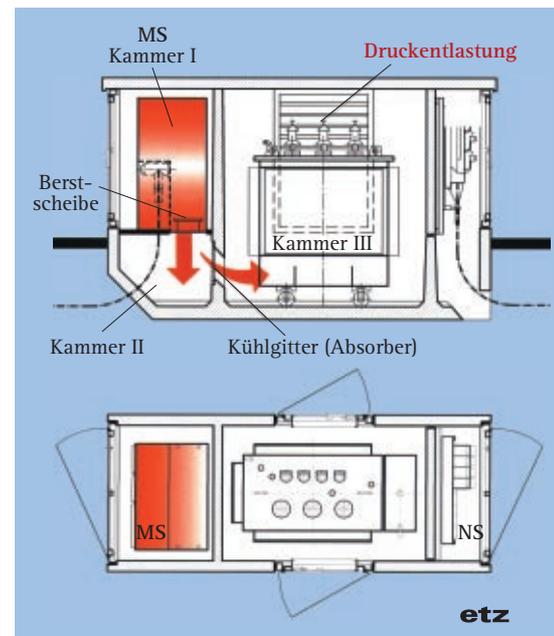


Bild 2. Störlichtbogenfestigkeit von Kompaktstationen

Da wegen der Typenvielfalt Typprüfungen aller Varianten praktisch undurchführbar sind, schreibt die Norm zwar vor, dass das Verhalten einer bestimmten Anordnung aus Prüfdaten einer vergleichbaren Anordnung abgeleitet werden darf. Ob aber eine Anordnung vergleichbar ist, unterliegt fachmännischer, gutachterlicher Beurteilung. Zumindest müssen der zur Beurteilung herangezogenen Typprüfung dieselben konstruktiven Merkmale zu Grunde liegen. Dies bedeutet, dass eine Typprüfung auf eine vergleichbare (nicht geprüfte) Anordnung nur übertragen werden kann, wenn die gleichen Schaltanlagen- und Gebäudefabrikate eingesetzt werden.

Typische Kompaktstationen und typische begehbare, fabrikfertige Ortsnetzstationen sind in [27–28] beschrieben. Neben Stahlblech- und Kunststoffausführungen haben sich im Besonderen Betonbauweisen für die Gehäuse von Ortsnetzstationen durchgesetzt. Sie machen mehr als 80 % des Marktvolumens aus. Eigenschaften wie Brandschutz, Schallschutz, Widerstandsfähigkeit gegenüber Witterung und Schlagbeanspruchung (Vandalismus), Dichtigkeit im Erdreich und Unempfindlichkeit gegen Schwitzwasser, aber auch leichte Ausbesserbarkeit vor Ort sprechen für den Einsatz von Beton als Baustoff [27–29].

Mit Hilfe spezieller Detailkonstruktionen, im Besonderen im Bereich der Dächer, Türen, Lüftungen und Zwischenböden sind störlichtbogensichere Gehäuseausführungen herstellbar. Be- und Entlüftungssysteme dienen gleichzeitig als Druckentlastungsöffnungen. Mit diesen untereinander und auf den

Baukörpern abgestimmten Konstruktionselementen können auch die geforderten Geräuschpegel eingehalten, die mechanischen Beanspruchungen und Schlagbeanspruchungen aufgenommen und die gewünschten Gehäuseklassen eingehalten werden [30].

Beispielhaft sind in Bild 1 zwei typische Ausführungen heute üblicher begehbarer Ortsnetzstationen mit ihren Sicherheitskonzepten wiedergegeben.

Die Sicherheit für das Betriebspersonal und Passanten, die mit einer Typprüfung gemäß Anhang A der DIN EN 61330 (VDE 0670 Teil 611):1997-08 [7] durchzuführen und nachzuweisen ist, geschieht konstruktiv durch eine besondere Lenkung und Beherrschung der heißen Gase eines Störlichtbogens. Die heißen Gase

werden aus der Schaltanlage in den Kabelkellerraum und aus diesem über für den Bedienenden ungefährliche Bereiche der Ortsnetzstation und über für Passanten ungefährliche Bereiche nach außen gelenkt. Die fugenlose Bauweise des Gehäuses, druckfest dimensionierte Türen und Verriegelungen sowie Druckentlastungsöffnungen verhindern ein Auseinanderbersten des Gehäuses und ein unkontrolliertes Entweichen von heißen Gasen an Fugen. Eine ausreichend dimensionierte Schottung der Schaltanlage verhindert eine Verletzung des Bedienenden. Beide Konstruktionen, die der Mittelspannungsschaltanlage und die des Gehäuses der Ortsnetzstation und deren Sicherheitskonzepte müssen aufeinander abgestimmt sein.

Bei der im Bild 1 links dargestellten Einraum-Ortsnetzstation erhält die Mittelspannungsschaltanlage bis zur Stationsdachscheibe ein zusätzliches Schottblech, so dass die heißen Gase in für den Bedienenden ungefährliche Bereiche sowohl nach oben über eine Rundumentlüftung nach außen als auch nach unten in den mit einer Betonplatte abgedeckten Kabelkeller entweichen können, von wo aus sie durch eine Öffnung hinter dem Transformator zurück in den Schaltanlagenraum und anschließend über die Rundumentlüftung nach außen entweichen.

Bei der im Bild 1 rechts dargestellten begehbaren Ortsnetzstation mit separat abgetrenntem Transformatorraum wurde beispielhaft eine Schaltanlage mit Druckentlastung nach unten eingesetzt. Die Strömung der heißen Gase geschieht expandierend in den Kabelkeller, dann über eine Öffnung in der Trennwand zum Transformatorraum über dem Transformatorraum und anschließend über Rundumentlüftungsöffnungen des Dachs ins Freie.

Bei der dargestellten Anordnung der Entlüftungs- und Druckentlastungsöffnungen sind auch in der Nähe der Station stehende Passanten nicht gefährdet. Werden andere als die vorgestellten Rundumentlüftungen mit Ausströmrichtung nach oben eingesetzt, sind für derartige Lösungen die Sicherheit für das Betriebspersonal und die Passanten wiederum durch Typprüfungen nachzuweisen [7, 29].

Trend zum standardisierten Kompaktstationsgehäuse

Aus Kostengründen werden als Ortsnetzstationen mehr und mehr standardisierte Kompaktstationsgehäuse eingesetzt. Bei Kompaktstationen müssen Druckwelle und heiße Gase bei Entstehung eines inneren Fehlers auf kürzestem Wege beherrscht werden, da die Möglichkeit, die heißen Gase wie bei begehbaren Stationen nach oben in ungefährdete Bereiche ausblasen zu lassen, nicht mehr gegeben ist.

Bei Kompaktstationen wird daher zur Beherrschung von Fehlern im Stationsinneren das so genannte Mehrkammerkonstruktionsprinzip verwendet (Bild 2, [29]). Die Druckentlastung der Schaltanlage, ob aus dem Kessel oder aus dem Kabelanschlussraum, ob über Berstscheiben oder untere Öffnungen in der Schaltanlage, geschieht stets aus der Schaltanlage/dem Kessel (Kammer I) in den unter der Schaltanlage befindlichen Kabelkeller (Kammer II). Von hier aus gelangen Druckwelle und heißer Gasauswurf durch eine spezielle Öffnung von ca. 0,25 m² Größe – die mit einem Kühlgitter (Absor-

SIEMENS
Prüflaboratorium Schaltanlagenwerk Frankfurt/M., Siemens AG

Prüfbericht

Prüf-Nr.: PL 01-029
Bericht-Nr.: U4428/385d
Rev.: 00
Sach-Nr.: LD 218
Blatt 1 / 25

Prüfobjekt: Nichtbegehbare Kompaktstation Typ UK3015 der Fa. Betonbau GmbH, bestückt mit einer SF₆-isolierten Lasttrennschalter – Festeinbauanlage Typ 8DJ20 Schaltung 10 mit der Fa. Siemens AG.

Hersteller: Fa. Betonbau GmbH und Fa. Siemens AG
Auftraggeber: Fa. Betonbau GmbH und Fa. Siemens AG
Tag der Prüfung: 22. März 2001
Angewandte Prüfvorschriften:

IEC 60298 : 1990-12, clause 6	DIN EN 60298 (VDE 0670 Teil 6) : 1998-05, Abschnitt 6
IEC 61330 : 1995-11, annex A	DIN EN 61330 (VDE 0670 Teil 611) : 1997-08, Anhang A
PEHLA – Recommendation No. 4 : 1995-03	PEHLA – Richtlinie Nr. 4 : 1995-03
PEHLA – Recommendation No. 7 : 2000-01	PEHLA – Richtlinie Nr. 7 : 2000-01

Durchgeführte Prüfungen:

Typprüfung „Verhalten der nichtbegehbaren Kompaktstation und der Schaltanlage bei inneren Fehlern“

1. Zündung des Lichtbogens im Gasraum mit einem Stoßstrom $I_p = 41,3$ kA; einem Kurzschlussstrom $I_k = 16,4$ kA; einer Prüfdauer $t_k = 1,03$ s (entsprechend 16,0 kA / 1,05 s).
2. Zündung des Lichtbogens im Kabelanschlussraum von RK1 mit einem Stoßstrom $I_p = 35,9$ kA; einem Kurzschlussstrom $I_k = 14,5$ kA; einer Prüfdauer $t_k = 1,02$ s (entsprechend 16 kA * $\sqrt{3}/2/1,06$ s). (Fortsetzung auf Seite 3)

Prüfergebnisse:

Die Beurteilung des Verhaltens der nichtbegehbaren Kompaktstation und der Schaltanlage bei inneren Fehlern ist unter Anwendung der Kriterien 1 bis 6 nach den oben aufgeführten Prüfbestimmungen auf den Blättern 18 bis 21 zusammengestellt. (Fortsetzung auf Seite 4)

Frankfurt am Main, 22. Mai 2001

Dr. Drescher

Weber

Die Revision der Prüfberichte erfolgt nur für die im Verteiler genannten Exemplare. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das geprüfte Objekt.

Dieses Dokument darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflaboratoriums Schaltanlagenwerk Frankfurt/M., Siemens AG nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Davon ausgenommen ist die Wiedergabe des Deckblattes zusammen mit Blatt 2 und den angegebenen Folgeblättern.

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAT-P-013/92-02

Bild 3. Deckblatt einer Störlichtbogenprüfung nach DIN EN 61330 (VDE 0670 Teil 611):1997-08 [7]

Abkürzungen

ASG	Arbeitsschutzgesetz
BGBI	Bundesgesetzblatt
BGFE	Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik im DIN und VDE
EN	Europäische Norm
ETG	Energietechnische Gesellschaft im VDE
IEC	International Electrotechnical Commission
IPH	Institut „Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik“
NS	Niederspannung
MS	Mittelspannung
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
VBG	Verband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik e. V.

ber) abgedeckt ist – in den Transformatorraum (Kammer III) und von dort über die Lüftungsöffnungen ins Freie (Bild 2). Das mehrlagige Kühlgitter sorgt dafür, dass die Gase beim Austritt in den Transformatorraum erheblich abgekühlt werden und somit die Druckwirkung entscheidend gemindert wird. Im Transformatorraum kühlen sich die heißen Gase nochmals an den Lamellen und der Oberfläche des Transformators sowie an den Wänden weiter ab und sind beim Austritt aus den Lochblechen des Transformator-Lüfterelements ins Freie soweit abgekühlt, dass die Passantensicherheit gegeben ist.

Die oben beschriebenen Techniken stehen für verschiedene Gehäusegrößen und Anlagenanordnungen innerhalb der Gehäuse sowohl für begehbare als auch für Kompaktstationen zur Verfügung. Somit können alle Anforderungen des Betreibers hinsichtlich elektrischer Konfiguration, Vorgaben des Aufstellorts und der geforderten Sicherheit erfüllt werden. Eine Vielzahl von Prüfprotokollen führt die hierzu erforderlichen Nachweise für den Personenschutz für alle am Markt vorhandenen relevanten Mittelspannungsschaltanlagen-Fabrikate in Kombination mit diversen Stationsvarianten eines Stationsfabrikats.

Liberalisierung des Strommarkts: Auswirkung auf das Verteilungsnetz

Die Trennung von Stromlieferung und Netznutzung sowie die zunehmende Transparenz der Netznutzungsentgelte führen zu internationalen wie nationalen Preisvergleichen der Netzbetreiber [32]. In der Konsequenz führt dies zu folgenden Maßnahmen:

- Reduzierte Mitarbeiterzahlen, reduzierte Investitionen, reduzierte Instandhaltung im Verteilungsnetz,
- Verlängerung der Lebensdauereinschätzung elektrischer Betriebsmittel auf möglichst > 40 Jahre,
- zunehmende Auslastung bzw. Überlastung der Betriebsmittel,
- angepasste, vereinfachte Netzkonzepte mit gezieltem Einsatz von Netzautomatisierung,
- Standardbauweisen für Ortsnetzstationen, vorzugsweise Kompaktstationen.

Im Zuge des Kostendrucks bei den Netzbetreibern wird häufig und gerne diskutiert, ob Abdeckungen und Verriegelungen vor allem im Kabelanschlussbereich bei den Mittelspannungsanlagen weggelassen werden können.

Der Wegfall dieser technischen Schutzmaßnahmen erhöht die Gefährdung sowohl für den Bedienenden als auch Passanten und ist im Einzelfall sehr sorgfältig abzuwägen.

Auch der Ersatz von schaltbaren Funktionen durch nicht schaltbare Funktionen im Verteilungsnetz, der aus Kostengründen häufig in Erwägung gezogen wird, bedeutet im Sinne des Arbeitsschutzgesetzes eine Verlagerung von technischen Maßnahmen auf organisatorische Maßnahmen. Auch hier ist der Verantwortliche gehalten, den Grad dieser Maßnahme auf Übereinstimmung mit den gültigen Vorschriften und Gesetzen sorgfältig zu überprüfen.

Bei begehbaren Ortsnetzstationen wird zunehmend auf die für die Sicherheit und Langlebigkeit von Netzstationen und deren Anlagen sehr förderliche Rundum-entlüftung verzichtet. Bei kostengünstigeren Alternativlösungen muss in jedem Fall die notwendige Typprüfung nach Zugänglichkeitsgrad A und B neben der oft nicht beachteten Einhaltung der Gehäuseklasse sorgfältig kontrolliert werden.

Bei Kompaktstationen ist ein Trend zum Wegfall von Kabeldurchführungen im Mittelspannungsschaltanlagen-Kabelkeller zu beobachten. Damit wird das bisher allgemein angewendete Sicherheitskonzept nach dem Dreikammerprinzip verlassen. Wegen des Wasserhaushaltsgesetzes kann das Kühlgitter nicht mehr unterhalb der Geländeoberkante einge-

setzt werden, da bei hohem Wasserstand das Eindringen von Öl ins Grundwasser zu befürchten ist. Der Nachweis der Störlichtbogensicherheit muss mit neuen Konzeptionen geführt werden.

Der Kostendruck führt auch dazu, erforderliche Typprüfungen hinsichtlich des Personen- und Passantenschutzes nicht mehr sorgfältig zu kontrollieren bzw. positive Ergebnisse nicht mehr mit den Anforderungen an die Gehäuseklasse abzugleichen. Bild 3 zeigt das Deckblatt einer kürzlich durchgeführten Störlichtbogenprüfung nach DIN EN 61330 (VDE 0670 Teil 611):1997-08.

Ausblick

Sicherheit und Schutz beim Betreiben von Ortsnetzstationen setzen umfangreiche Kenntnisse über den Stand der Technik und die Gesetzeslage voraus. Bei dem vorherrschenden Kostendruck durch die Liberalisierung am Strommarkt darf keinesfalls das Sicherheitsstreben vernachlässigt werden. Auch müssen Gefahren, die von einer Anlage bei zunehmendem Alter oder durch extreme Vereinfachung ausgehen, Beachtung finden. Nach Inkrafttreten des Arbeitsschutzgesetzes [14] und der Umweltschutzgesetze [19, 21] – und dies liegt noch nicht so lange zurück – ist eine stark ansteigende strafrechtliche Verfolgung von Ordnungswidrigkeiten zu beobachten [33–35].

Der Arbeitgeber hat deshalb durch wirksame Kontrolle dafür Sorge zu tragen, dass die ihm aufgegebenen Pflichten erfüllt werden. Er hat die persönlichen, sachlichen und finanziellen Mittel zur Verfügung zu stellen und ein Funktionieren der Organisation für die Sicherheit durch ordnungsgemäße Delegation und Kontrolle zu gewährleisten. Um ein Organisationsverschulden auszuschließen, muss er die Auswahl qualifizierten Personals [36–38], die erforderlichen Anweisungen sowie die durchzuführenden Überwachungen ordnungsgemäß dokumentieren.

Literatur

- [1] www.iec.ch
- [2] www.din.de
- [3] www.vde.com
- [4] www.hvbg.de
- [5] Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz – ProdHaftG) vom 15. Dezember 1989. BGBI. I 41 (1989) Nr. 59 vom 22.12.1989, S. 2 198–2 200
- [6] www.bundesgesetzblatt.makrolog.de
- [7] DIN EN 61330 (VDE 0670 Teil 611):1997-08 Fabrikfertige Stationen für Hochspannung/ Niederspannung. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG (zu beziehen über www.vde-verlag.de)
- [8] DIN EN 60298 (VDE 0670 Teil 6):1998-05: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen

- für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG (zu beziehen über www.vde-verlag.de)
- [9] DIN VDE 0101 (VDE 0101):2000-01 Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG (zu beziehen über www.vde-verlag.de)
- [10] DIN 31000 (VDE 1000):1979-03 Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten technischer Erzeugnisse. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG (zu beziehen über www.vde-verlag.de)
- [11] Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (VBG 4) vom 1. April 1979. HVBG – Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.). Köln: Heymanns, 2000
- [12] VBG 4 Durchführungsanweisungen zur UVV Elektrische Anlagen und Betriebsmittel vom April 1997 zur Unfallverhütungsvorschrift vom 1. April 1979. HVBG – Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.). Köln: Heymanns, 1998
- [13] Handlungsanleitung zur Anpassung von Hochspannungsanlagen. VDEW – Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V.; BGFE – Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik (Hrsg.). Frankfurt/M: VDEW, 1998
- [14] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz/ArbSchG) vom 7. August 1996. BGBl. I 48 (1996) Nr. 43 vom 20.8.1996, S. 1 246–1 253
- [15] Gefährdungsbeurteilung nach § 5 und § 6 ArbSchG. VDEW – Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V. (Hrsg.). Frankfurt/M: VDEW, 1998
- [16] *Egyptien, H. G.*: Gefährdungsbeurteilung, Elektropraktiker 55 (2001) H. 6, S. 14–15
- [17] *Bödeker, K.*: IPH-Kurs „Lichtbogenschutz“, Elektropraktiker 55 (2001) H. 6, S. 486–487
- [18] *Knies, W.*; *Schierack, K.*: Elektrische Anlagentechnik: Kraftwerke, Netze, Schaltanlagen, Schutzeinrichtungen. München: Hanser, 2000
- [19] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG) vom 23. September 1986. BGBl. I 38 (1986) Nr. 50 vom 30.9.1986, S. 1 529–1 543
- [20] Gewässerschutz im Netzbereich von EVU. Strom und Fernwärme aktuell, Band 7. VDEW – Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V. (Hrsg.). Frankfurt/M: VDEW, 1994
- [21] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996. BGBl. I 48 (1996) Nr. 66 vom 20.12.1996, S. 1 966–1 967
- [22] Umsetzung der Anforderungen aus der 26. BImSchV in Mittelspannungsanlagen. Empfehlung. VDEW – Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V. (Hrsg.). VDEW, 1999
- [23] *Primus, I.-F.*; *Scharf, P.*: Gewässerschutz im EVU-Bereich, EVU Betriebspraxis 36 (1997) H. 9, S. 292–297
- [24] *Schulz, P.-M.*: Haftung bei Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. WAP 3 (1994) H. 2, S. 34–40
- [25] *Krabs, M.*; *Geisthoff, M.*: Nachweis-konzept für die Konformität eines Übertragungsnetzes mit der 26. BImSchV. Elektriz.-wirtsch. 99 (2000) H. 25, S. 16–21
- [26] DIN EN 60529 (VDE 0470 Teil 1):2000-09 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code). Berlin · Offenbach: VDE VERLAG (zu beziehen über www.vde-verlag.de)
- [27] *Primus, I.-F.*: Sicherheit und Zuverlässigkeit von LKE-transportierbaren Kompakt-Transformatorstationen, Der Elektriker/Der Energieelektroniker 40 (1990) H. 9, S. 274–279
- [28] *Primus, I.-F.*: Fabrikfertige Beton-Netzstationen in den neuen Bundesländern. Elektriz.-wirtsch. 92 (1993) H. 17–18, S. 1 041–1 048
- [29] *Primus, I.-F.*: Störlichtbogenprüfungen in Stationsgebäuden. Elektriz.-wirtsch. 96 (1997) H. 14, S. 732–742
- [30] *Primus, I.-F.*: Lüfterelemente für Transformatorstationen. Elektriz.-wirtsch. 99 (2000) H. 11, S. 18–26
- [31] IEC 61330:1995-12 High-voltage/low voltage prefabricated substations. Genf/Schweiz: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale. Zu beziehen über VDE VERLAG, Berlin (www.iec-normen.de)
- [32] *Windmüller, R.*: Auswirkungen der Liberalisierung des Strommarktes auf das Verteilungsnetz. ETG – Energietechnische Gesellschaft im VDE (Hrsg.). ETG-Fachbericht Band 83. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG, 2001 (zu beziehen über www.vde-verlag.de)
- [33] *N. N.*: Rechtsfallen für das technische Management. Euroforum-Konferenz, 8. Februar 1999 in München
- [34] *Mantz, M.*: Fahrlässige Tötung vom Schreibtisch aus. Die Bauwoche 10 (1998) H. 24, S. 3



Dip.-Ing. (FH) Reinhard Buchenau (45), VDE, ist Vertriebsleiter Inland für Mittelspannungsschaltanlagen im Geschäftsgebiet Medium Voltage des Bereichs Power Transmission and Distribution der Siemens AG in Erlangen. E-Mail: reinhard.buchenau@ptd.siemens.de



Dr.-Ing. Illo-Frank Primus (61) ist Geschäftsführer Technik der Betonbau Holding GmbH und der Betonbau-GmbH-&Co.-KG Firmen-gruppe in Waghäusel. E-Mail: info@betonbau-gmbh.de



Dipl.-Ing. (FH) Björn Schlüter (37) ist Vertriebsingenieur für Mittelspannungsschaltanlagen im Geschäftsgebiet Medium Voltage des Bereichs Power Transmission and Distribution der Siemens AG in Erlangen. E-Mail: bjoern.schluter@ptd.siemens.de

- [35] *N.N.*: Kind im Trafobaus verletz, OLG: Kein Schadensersatz vom EVU bei Verkehrssicherung. ZfK 45 (1999) H. 5, S. 25
- [36] DIN VDE 1000-10 (VDE 1000 Teil 10):1995-05 Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG (zu beziehen über www.vde-verlag.de)
- [37] DIN VDE 0105-100 (VDE 0105 Teil 100):2000-06 Betrieb von elektrischen Anlagen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG (zu beziehen über www.vde-verlag.de)
- [38] *Komitee 224*: Betrieb von elektrischen Anlagen. DKE – Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hrsg.). VDE-Schriftenreihe Band 13. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG, 2001 (zu beziehen über www.vde-verlag.de)

Betonbau GMBH & Co. KG

Schwetzingen Str. 19-21
68753 Waghäusel
Tel. 07254/980-6
Fax 07254/980-419
info@betonbau-gmbh.de

Betonbau GMBH

Im Nörderfeld
31167 Bockenem
Tel. 05067/992-0
Fax 05067/992-10
hans.heinrich@
betonbau.com

Betonbau GMBH

Baggerweg 11
85051 Ingolstadt
Tel. 0841/97377-0
Fax 0841/97377-34
karl-walter.fuchs@
betonbau.de

Betonbau GMBH

Industriestr. 52
04435 Schkeuditz
Tel. 034204/813-0
Fax 034204/813-99
heinz.sprenger@
betonbau.de

Betonbau S.R.O.

Průmyslova 5
CS-10850 Praha 10
Tel. 00420/2/81034111
Fax 00420/2/81034180
betonbau@
betonbau.de

METALIT S.A.R.L.

Zone Artisanale
B. P. 3
F-17150 Miramneau
Tel. 0033/546707461
Fax 0033/546707663
metalit@wanadoo.fr