

Gefährdungsbeurteilung am Beispiel einer Netzstation

Beim Errichten von neuen elektrischen Anlagen, aber auch bei Altanlagen, ist der Betreiber verpflichtet, eine schriftliche Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. Einzelheiten hierzu sind in den umfassenden Regeln für die Betriebssicherheit (TRBS) nachzulesen. Die für die Elektrofachkräfte wichtigste Regel ist dabei die TRBS 2131 – Elektrische Gefährdungen. An einem praktischen Beispiel wird die Herangehensweise erläutert.

Der Anlagenbetreiber ist in der Pflicht

Gefährdungsbeurteilung. Im November 2007 wurde durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales eine Verordnung in Kraft gesetzt, welche die Betreiber technischer Anlagen in eine stärkere Verantwortung nimmt. Er ist – ausgehend von seinem Kenntnisstand über seine Anlagen und Arbeitsverfahren – dafür verantwortlich, eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. Einzelheiten hierzu sind in den umfassenden Regeln für die Betriebssicherheit (TRBS) nachzulesen. **TRBS 2131.** Die für die Elektrofachkräfte wichtigste Regel ist dabei die TRBS 2131 – Elektrische Gefährdungen. In diesen Regeln gibt es jetzt nur noch wenige konkrete Sicherheitsvorschriften. Es wurde eine offene Beispielsammlung erarbeitet, anhand welcher die einzelnen, jedoch konkreten Gefährdungsbeurteilungen erstellt werden sollen. **Neu ist auch,** dass die Beurteilung der Gefährdungen schriftlich zu erfolgen hat und für Alt- und Neuanlagen durchgeführt werden muss. Beim Errichten von neuen Anlagen sollten deshalb die Pla-

ner und Bauherren darauf achten, dass die Gefährdungsbeurteilung Bestandteil der zu liefernden Anlagendokumentation ist.

Ein Beispiel aus der Praxis

Für die Stadtwerke Brandenburg wurde in diesem konkreten Fall eine Gefährdungsbeurteilung für eine erweiterte Netzstation mit Mittelspannungs-, Trafo-, Niederspannungsanlage unter Berücksichtigung der vorhandenen Einflussgrößen erstellt.

Das Projekt wurde in der Sankt-Annen-Galerie (Bild 1) realisiert.

Akzeptanz erreichen

Im Ergebnis einer umfassenden Analyse der möglichen Gefährdungen in der EVU-Netzstation sollten die wesentlichen Informationen in ein anwenderfreundliches und einfach zu handhabendes Dokument einfließen. Es kam vor allem darauf an, dass das Betriebspersonal das Dokument akzeptiert und verwendet. Auch die erforderlichen Schutzmaßnahmen sollten daraus abgeleitet werden können. Die vom EVU bisher verwendete Persönliche Schutzausrüstung



Fotos: IWE Eisaßner

1 Sankt-Annen-Galerie in Brandenburg – Ort der Anlagen

(PSA) war ebenfalls in die Schlussfolgerungen einzubeziehen. Deshalb war es notwendig, das Zusammenspiel der Schutzwirkung von Anlagentechnik und PSA zu berücksichtigen. Gerade für letzteres besteht aus Sicht der Verfasser bisher keine Richtlinie, Vorschrift oder Norm.

Arten der Gefährdungen

Als mögliche Risiken wurden einbezogen:

- 1 physikalische und mechanische
- 2 chemische und biologische
- 3 Brand- und Explosionsrisiken
- 4 elektrische Gefährdungen durch Schlag, Störlichtbögen und elektrische Felder.

Auch bei dieser Gefährdungsbeurteilung am Beispiel einer erweiterten Netzstation der Stadtwerke Brandenburg wurden die wesentlichen Gefährdungen zuerst verbal beschrieben. Dabei bot sich das Verwenden von entsprechenden Checklisten als eine wertvolle Unterstützung an. Die anschließend gezogenen Schlussfolgerungen mündeten in einzuleitende Schutzmaßnahmen, was abschließend auch grafisch dargestellt wurde.

Da für die einzelnen Anlagenteile, wie Gesamtstation, Mittelspannungsanlage, Transformatoren, Niederspannungs- und Batterieanlage (Bilder 2–4), unterschiedliche Gefährdungen bestehen, wurden diese ebenfalls differenziert bewertet und beschrieben.

1. Physikalische und mechanische Gefährdungen

Für die Darstellung der physikalischen und mechanischen Gefährdungen wurde die räumliche Situation mit dem Lageplan dargestellt. Das ermöglicht dem Nutzer eine erste Zuordnung und Orientierung zur Station, aber auch die Zuordnung der vorhandenen Fluchtwege.

Allgemeine Gefährdungen ergaben sich aus dem Vorhandensein einer abgedeckten Trafo-Grube, einer herabhängende Laufkatze, Stolperkanten sowie Stoßkanten an offenstehenden Türen und Abdeckungen.

Mechanische Gefährdungen bei elektrischen Anlagen bestehen an den beweglichen Elementen – im konkreten Fall an den Schaltfeldtüren, den Einschüben der Leistungsschalter und den Motoraufzügen selbiger.



2 Mittelspannungsschaltanlage



3 Niederspannungsschaltanlage



4 630-kVA-Transformator

2. Chemische und biologische Gefährdungen

Chemische und biologische Gefährdungen entstehen bei einem auftretenden Störlichtbogen (vgl. dazu Abschnitt: Elektrische Gefährdungen). Hierbei handelt es sich vor allem um notwendige Maßnahmen nach dem Schadensereignis wie Lüftung und Fremdbelüftung.

3. Brand und Explosionsgefährdungen

Brand entsteht in einer Netzstation in der Regel nur bei einem auftretenden Störlichtbogen. Zu den Explosionsgefährdungen sind die Wirkungen eines Störlichtbogens auf die Stationswände und Decken zu zählen. Zur Abschätzung der Gefährdung ist für die Mittelspannungsanlagen die Druckberechnung des Anlagenherstellers zu Rate zu ziehen – vgl. auch Forderung gemäß IEC/VDE 0101. Im konkreten Fall kam eine Anlage mit Anti-Berst-System zum Einsatz, welches die Druckwirkungen eines Störlichtbogens im Stationsraum erheblich reduziert (Bild 2).

4. Elektrische Gefährdungen durch Schlag, Störlichtbögen und elektrische Felder

Für die Beurteilung der elektrischen Gefährdungen wurden drei Arbeitsverfahren unterschieden und differenziert bewertet:

- Beobachten vor der geschlossenen Schaltanlage
- Bedienen vor der geschlossenen Schaltanlage
- Arbeiten an Schaltanlage bei geöffneter Tür.

Bei der Gefährdungsbeurteilung an den **Mittelspannungsanlagen** ist besonders zu berücksichtigen, dass als besonderer Gefahrenmoment die elektrische Berührung überwiegend mit der Einleitung eines Lichtbogens – **größer als 50 %** – verbunden ist.

Demgegenüber ist die Einleitung eines Lichtbogens in **Niederspannungsstromanlagen** statistisch nicht so häufig – **etwa 20 %**. Aufgrund der größeren Häufigkeit dieser Anlagen sind gemäß statistischer Auswertung der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro jedoch etwa 90 % der Lichtbogenunfälle in der Nieder-

Tafel 1 Die Risiken des einfachen Irrtums berücksichtigen

Fritze Bollmann	Elektromeister
Der Beetzsee ist gefährlich	Der elektrische Strom ist gefährlich
Das Sitzen im Boot ist ungefährlich	Das Stehen vor einer Schaltanlage ist ungefährlich
Eine Angel ist ungefährlich	Das Schalten ist ungefährlich
Die Angel verlieren ist selten	Das Abrutschen mit Werkzeug in einem Feld ist selten
Der Angel nachgreifen erfolgt intuitiv	Dem Werkzeug nachgreifen erfolgt intuitiv
Schutz 1: gesicherte Angel	Schutz 1: gesicherter Schlüssel
Schutz 2: angeschnallt sitzen	Schutz 2: persönliche Schutzausrüstung
Schutz 3: schnelles Rettungsmittel	Schutz 3: schnelle Lichtbogenlöschung

Tafel 2 Bewertung nach dem „Fritze-Bollmann-Kriterium“ (n+1-Fehler) bei Ein-Trafo-Betrieb

Höhe des Gefährdungspotentials an der NS-Anlage nach Bereichen			
Bereiche	NS-Einspeisung	NS-Schienen	NS-Abgänge
	20 MA²s	0,8 MA²s	0,4 MA²s
Beobachten	sehr gering	sehr gering	sehr gering
Bedienen	gering	sehr gering	sehr gering
Offene Tür	hoch	gering	gering

spannung anzutreffen. Aus diesem Grund sind bei den zu empfehlenden Maßnahmen – wie Auswahl der erforderlichen PSA oder weiterführende Maßnahmen

im Zusammenspiel mit der erforderlichen Einstellung der Abschaltzeiten – auch die NS-Anlage besonders zu beachten.

Neu. Gira Rauchwarnmelder Dual/VdS. Doppelt sicher

Der erste Heimrauchmelder, der mit zwei Erkennungsverfahren ausgestattet ist: Der neue Gira Rauchwarnmelder Dual/VdS vereint Streulicht- und Wärmemessung in einem Gerät. Optisch registriert er kleine Rauchpartikel, bevor es brenzlich wird. Zusätzlich messen Wärmesensoren Temperaturveränderungen im Raum. Die optische Rauchererkennung kann deaktiviert werden, dadurch lässt sich der Gira Rauchwarnmelder Dual/VdS auch in Räumen mit auftretenden Wasserdämpfen – wie in Küche und Bad – zuverlässig einsetzen. Mehr Informationen: Tel +49(0)21 95- 602- 0, Fax +49(0)21 95- 602- 339 oder www.gira.de/rauchwarnmelder

Zwei Erkennungsverfahren
prozessorgesteuerte Streulichtmessung und Wärmeerkennung per Thermosensor

Batterielaufzeit
kann optional mit Lithium-Batterie für eine extralange Laufzeit von bis zu 10 Jahren bestückt werden

Dämmungssensor
löst das Batteriewarnsignal nur bei Tageslicht aus

Demontageschutz
für öffentlich zugängliche Bereiche

Verschmutzungsnachführung
erkennt Verschmutzungen in der Rauchkammer und vermeidet so Fehlalarmauslösungen

Vernetzung
bis zu 40 Geräte per 230 V-Stromleitung oder Funk vernetzbar

Relaismodul
optional erhältlich zum Anschluss externer Alarmgeber wie Hupe oder Warnleuchte

VdS-Anerkennung
Zulassung gemäß DIN EN 14604

Elektrische Gefährdungen

Der Irrtum als zu beachtendes Ereignis

Bei diesen Betrachtungen wurde durch die Verfasser ein so genanntes **Fritze-Bollmann-Kriterium** (Tafel 1) eingeführt, um auch den einfachen Irrtum als mögliches Ereignis einzubeziehen. Das ist zwar eine etwas ungewöhnliche Methode, erklärt aber sehr plausibel am Beispiel dieses alten Brandenburger Originals mögliche Unfallursachen aus der Praxis.

Diese Überlegungen basieren auf der Tatsache, dass es jährlich in Deutschland zu mehreren Tausend Elektrounfällen kommt. Dabei werden zumeist die **fünf Sicherheitsregeln verletzt**, obwohl dies so von den Verursachern nicht geplant war.

Unfälle an Schaltanlagen, insbesondere an Niederspannungs (NS)-Anlagen, nehmen dabei den größeren Anteil mit **über 60 %**

ein. Aufgrund des hohen Anteils von Lichtbogenunfällen und ihrer irreversiblen Auswirkungen auf die Gesundheit der Verunfallten trug der Gesetzgeber dem mit der Aufnahme der elektrischen Gefährdungen durch Störlichtbögen in die TRBS 2131 Rechnung.



Für die Bewertung des Gefährdungspotentials durch Störlichtbögen wurden auch die Möglichkeiten der Verhinderung der Einleitung eines Lichtbogens durch **isolierte Anschlüsse** berücksichtigt. Im konkreten Fall wurden die Transformatoren hoch- und niederspannungsseitig mit isolierten Anschlüssen ausgeführt, die eine komplette isolierende Abdeckung gewährleisten. Da die Transformatoren (Anschlüsse in der Trafokammer –

Bild 4) über keine beweglichen Teile verfügen, kann man diesen Zustand als dauerhaft bezeichnen und muss keine weiteren Analysen erstellen.

Demgegenüber sind im Fall von **Isolierungen in Schaltanlagen** der Umfang der Isolierung und vor allem die nicht isolierten Bereiche besonders zu bewerten.

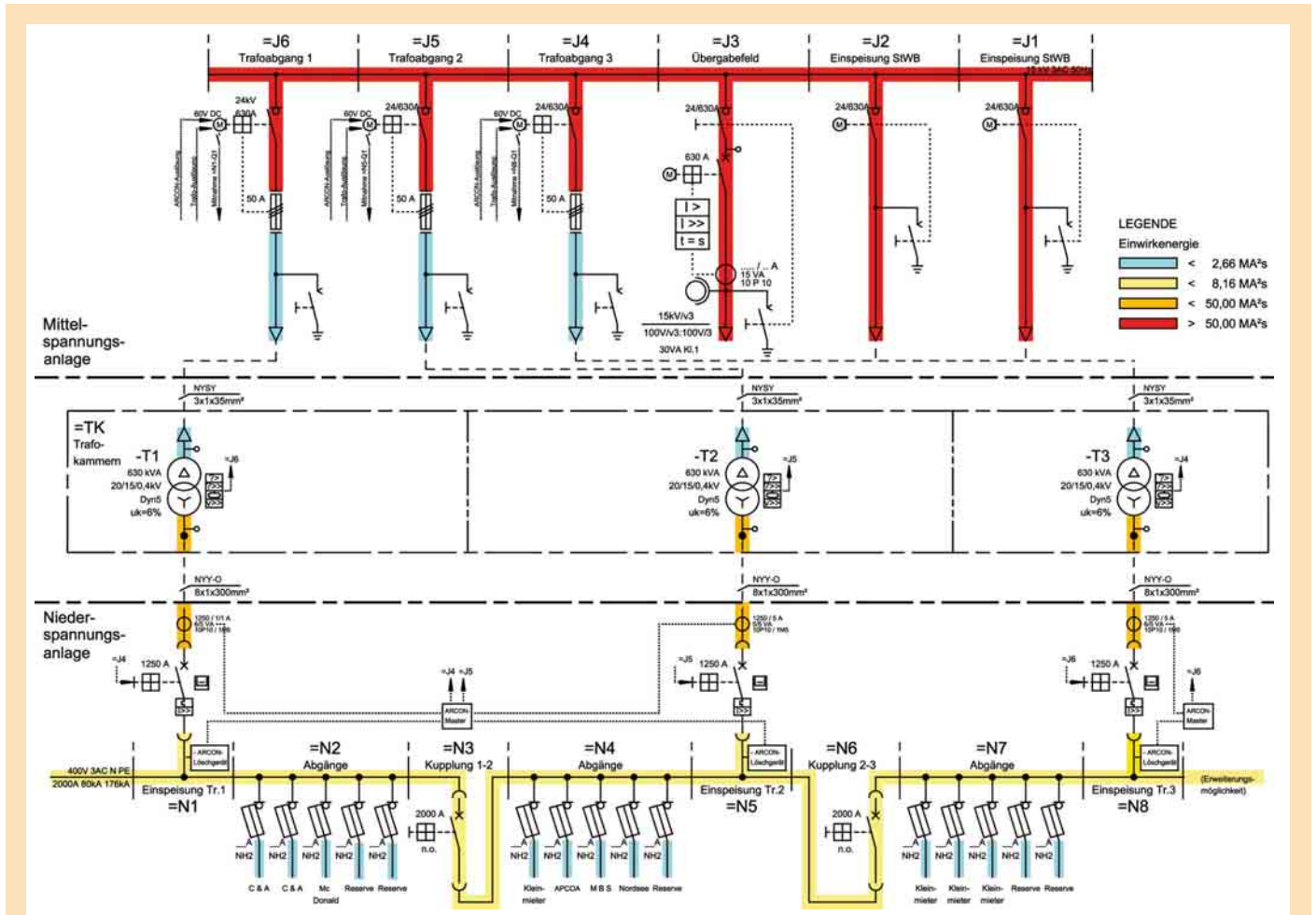
Besondere Schwachstellen sind Anschlusskonstruktionen für Stromschiene und Kabel sowie Einschübe für Leistungsschalter, Lastschalteleisten und Fachböden.

Das anstehende Energieniveau ermitteln

Für die Beurteilung der elektrischen Gefährdung und des möglichen Schutzes ist die Bewertung des Energieniveaus an der konkreten Einsatzstelle eine zwingende Voraussetzung. Dafür wurden die erforderlichen Daten – **Kurzschlussstrom und Abschaltzeiten** der vorgeordneten Leistungsschalter – für die Mittel-

spannungsbereiche bei der EVU-Netzleitstelle abgefordert und für die Niederspannungs-Bereiche durch eine Netzberechnung erarbeitet. Mit diesen Daten wurde das anstehende Energieniveau unter Beachtung der Abschaltzeiten der vorgeordneten Leistungsschalter, Sicherungen, Kurzschlussstrombegrenzern oder Lichtbogen-Löscheinrichtungen an den verschiedenen Anlagenteilen ermittelt.

Auf der Niederspannungsseite (Bild 3) waren die Parallelschaltung von mehreren Transformatoren und in den Einspeisefeldern die Rückspeisungen aus anderen Anlagenteilen sowie Mitnahmeschaltungen aus der MS-Anlage an die NS-Anlage und Arcon an die Mittelspannungsauslösung besonders zu berücksichtigen. Wesentliche Reduzierungen des anstehenden Energieniveaus ergaben sich in den Bereichen, welche sich hinter schnellen Abschaltorganen befinden, die



5 Übersichtsschaltplan mit Angaben der ermittelten Energieniveaus – farbig gekennzeichnet: aufgrund kurzer Löschzeiten durch Arcon-Technik wurde das Gefährdungspotential in der NS-Schaltanlage wesentlich verringert

Quelle: IWE Elsaßer, Köhl

OBO Überspannungsschutz

Maßgeschneidert, normgerecht und günstig für Gewerbe-, Büro- und Wohngebäude

Schaltzeiten < 5 ms realisieren können. Dies traf in den Abgangsbereichen mit HH-Sicherungen und NH-Sicherungen zu. Darüber hinaus wurde bei der bewerteten erweiterten Netzstation für die gesamte NS-Anlage ein Arcon-Lichtbogenlöschsystem mit Abschaltzeiten von < 2 ms bei einem Lichtbogenereignis eingesetzt. Dadurch wurde in der gesamten Anlage – also auch im Hauptsammelschienenbereich – ebenfalls ein relativ geringes Energieniveau ermittelt. Bei diesen Betrachtungen waren die festgelegten Schutzzonen und die Ansteuerung der vorgeordneten Schaltgeräte in der NS-Anlage und auch in der Mittelspannung (MS)-Anlage durch das Arcon-Schutzsystem zu berücksichtigen und in separaten Aussagen niederzulegen (Beispiel Tafel ②). Als **Bewertungsgröße** zog man das Energieniveau in Analogie zum Schmelzintegral von Sicherungen oder der Durchlassenergie von Sicherungsautomaten heran.

Elektrisches und elektromagnetisches Feld

Für die Ermittlung der Wirkungen des elektrischen und des elektromagnetischen Feldes wurde eine Berechnung nach 26.BImSchV durchgeführt. Bei dieser Berechnung sind die maximalen Nennströme anzusetzen. Auf dieser Grundlage wurden die Gefährdungen durch die Wirkungen des elektrischen und des elektromagnetischen Feldes für den Fall der maximalen Belastung bewertet und dabei der bestimmungsgemäße und nicht ständige Aufenthalt besonders berücksichtigt.

Schutzmaßnahmen

In Auswertung der festgestellten Gefährdungen wurden unter Berücksichtigung des ermittelten Energieniveaus Empfehlungen für den Einsatz der anforderungsgerechten PSA gegeben. Bei Überschreitung des maximal möglichen Schutzniveaus der beim Betreiber vorhandenen PSA wies man Szenarien für bestimmte Handlungen aus. Z. B. sind Spannungsmessungen mit geöffneter Mittelspannungszellentür nur mit zusätzlichem Wachpersonal und in ausreichendem Abstand durchzuführen.

Schwierigkeiten ergaben sich dabei dadurch, dass die anstehenden Kurzschlussströme wesentlich über den Prüfströmen der herkömmlichen PSA lagen. Wie bei den Schaltanlagen mussten spezielle Herstellerangaben zurate gezogen werden, die wesentlich höhere Prüfungen als in der IEC vorgeschrieben nachweisen. Darauf aufbauend wurden weiterführend Analogien erstellt und mit verschiedenen Rechenverfahren ermittelt.

Hier erwarten die Verfasser künftig mehr und substantiellere Informationen aus der Elektroenergiebranche, da diese Problematik alle Betreiber von elektrischen Anlagen mit einem Kurzschlussniveau von > 5 kA betrifft.

Die ermittelten Energieniveaus wurden in den Übersichtsplan (Bild ⑤) eingetragen, um den Betreibern einen schnellen Überblick über die energetischen Zustände an den Anlagen zu ermöglichen. Insbesondere bei Betreibern mit mehreren Anlagen oder Bereitschaftspersonal erscheint diese Darstellungsform sehr anwenderfreundlich. Ein ähnliches Verfahren hat sich seit vielen Jahren mit den Feuerwehraufkarten gut etabliert.

Zusammenfassung

Die Erstellung der Gefährdungsanalyse geht weit über das Ausfüllen von statischen Checklisten hinaus und setzt umfangreiche elektrotechnische Kenntnisse und das Zusammentragen diverser Daten voraus. Der einfache Irrtum ist bei der Gefährdungsanalyse zu berücksichtigen. Ausgehend vom berechneten Kurzschlussstrom und den Abschaltzeiten ist das Energieniveau an allen Anlagenteilen zu ermitteln und mit dem Schutzniveau der PSA zu vergleichen. Daraus resultierend muss ggf. die PSA neu beschafft werden oder es sind spezielle Handlungsmaßnahmen für das Betriebspersonal festzulegen.

V. Elsaßer; J. Klosowski



V50-B+C

Kombiableiter nach VDE 0185-305 für Gebäude der Blitzschutzklasse III + IV

Weniger ist mehr: Mit einer maximalen Restspannung von nur 1,3 kV und einem Blitzstromableitvermögen von 50.000 A (10/350) bietet der V50-B+C/3+NPE eine ideale und normgerechte Lösung als Kombiableiter für Büro-, Gewerbe- und Wohngebäude mit Blitzschutzanlage der Klasse III + IV an. Klein, stark, universell.

- Als 3+NPE geeignet für alle TN- und TT-Systeme
- Blitzstrom- und Überspannungsableiter (Typ 1+2) in einem Gerät
- Optische Fehlersignalisierung, optional mit potentialfreier Fernsignalisierung

V10-Compact

Überspannungsschutz und Feinschutz in einem Gerät

Noch weniger ist noch mehr: Mit einer maximalen Restspannung von nur 1,1 kV bietet der V10-Compact eine ideale und normgerechte Lösung für Wohn- und Privatgebäude.

- Interne 3+1-Schaltung für alle 3-Phasen TN- und TT-Systeme, gemäß VDE 0100-534
- Optische Fehlersignalisierung, optional mit akustischer Fehlersignalisierung
- Die ideale und günstige Überspannungsschutzlösung für die Verteilung im Wohnhaus

■ **Alle OBO Überspannungsschutzlösungen natürlich mit 5 Jahren Gewährleistung.**

■ **Fordern Sie Ihren TBS-Katalog und die Prospekte „Kombiableiter V50“ und „V10-Compact“ an.**



OBO BETTERMANN GmbH & Co. KG

Kundenservice Deutschland
Tel. 0 23 73/89-15 00 · Fax 0 23 73/89-77 77
Postfach 1120 · D-58694 Menden
E-Mail: info@obo.de · www.obo.de

