

Kombi-Ableiter für den Blitz- und Überspannungsschutz

V. Raab, P. Zahlmann; Neumarkt OPf.

Versorgungssicherheit ist für Unternehmen zu einem wichtigen Faktor bei deren Standortwahl geworden. Dazu zählt unter anderem, dass eine Energieversorgungs- und Telekommunikations-Infrastruktur vorhanden ist, die den höchsten Anforderungen an die Verfügbarkeit gerecht wird. Ein wichtiger Aspekt beim Beurteilen der Versorgungsqualität derartiger Systeme ist der technisch und ökonomisch ausgewogene Schutz vor transienten Überspannungen. Eine effiziente und kostengünstige neue Technologie und deren gerätetechnische Umsetzung wird nachfolgend vorgestellt.

1 Kundenanforderungen an ein Überspannungsschutzsystem

Die Versorgungszuverlässigkeit von elektrischer Energie durch die Energieversorger und Versorgungsnetzbetreiber hat heute ein sehr hohes Niveau erreicht. Dennoch sind in den Verbraucheranlagen oftmals zusätzliche Maßnahmen notwendig, um den sehr hohen Verfügbarkeitsansprüchen für Anlagen und Systeme (z. B. Telekommunikationsanlagen, Produktionsanlagen, Rechenzentren) gerecht zu werden. Bereitstellung von Notstromgeneratoren, Pufferung der Stromversorgung durch USV-Anlagen sowie unabhängig voneinander funktionierende, getrennte Einspeisungen für diese Anlagen, sind ein Teil der in den Verbraucheranlagen getroffenen Maßnahmen zur zusätzlichen Erhöhung der Versorgungssicherheit. Damit diese Einrichtungen auch bestimmungsgemäß funktionieren, müssen alle in Frage kommenden Störeinflüsse eliminiert werden.

Ein Teil der daraus resultierenden Maßnahmen ist der Schutz der elektrischen und elektronischen Anlagen und Systeme vor transienten Überspannungen. Diese können unterschiedliche Ursachen haben, führen aber alle zur Störung oder Zerstörung elektronischer Anlagen und Geräte und damit zum Ausfall wichtiger Versorgungsfunktionen, wenn keine Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Aus der Sicht des Anwenders werden deshalb folgende Anforderungen an ein Überspannungsschutzsystem gestellt:

Höchste Zuverlässigkeit. Diese Anforderung an das Schutzsystem bezieht sich sowohl auf die eingesetzten Überspannungsschutzgeräte hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit (Stoßstromamplitude, Wellen-

form) als auch auf die mit dem Gerät oder der Gerätekombination zu erreichenden Schutzwirkung. Zunehmend wird jedoch, wie bereits erwähnt, ein Aspekt bei der Auslegung eines Schutzsystems immer wichtiger: Die mögliche Rückwirkung des Schutzgeräts auf die NS-Verbraucheranlage. Dies betrifft insbesondere mögliche Fehlauslösungen von FI-Schutzeinrichtungen beim Ansprechen von Überspannungsschutzeinrichtungen als auch die Fehlauslösung von Überstrom-Schutzeinrichtungen der Verbraucheranlage durch die auftretenden Netzfolgeströme an Überspannungsschutzeinrichtungen.

Kompakte Bauform. Bedingt durch das immer geringer werdende Bauvolumen elek-

trischer Anlagen und Systeme müssen auch die zu deren sicherer Funktion notwendigen Schutzsysteme immer kompakter ausgeführt werden.

Ausgewogenes Preis-/Leistungsverhältnis. Dies betrifft sowohl die beim Errichten der Anlage anfallenden Kosten als auch die laufenden Kosten für Wartung und Unterhalt.

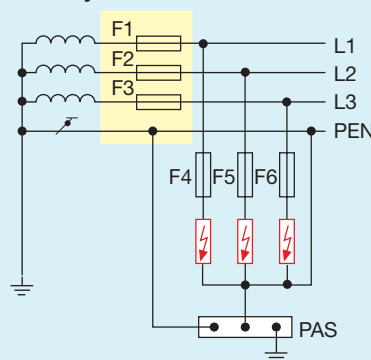
Wartungsfreiheit. Erforderlich ist eine weitestgehende Wartungsfreiheit des Systems. Damit im Zusammenhang steht einerseits die hohe Lebensdauer-Erwartung für die Schutzgeräte selbst als auch die geringstmögliche Beanspruchung anderer Schutzeinrichtungen der Verbraucheranlage durch Rückwirkungen der Überspannungsschutzeinrichtungen.

Zustands- und Statusanzeige. Bedingt durch die geforderte Wartungsfreiheit müs-

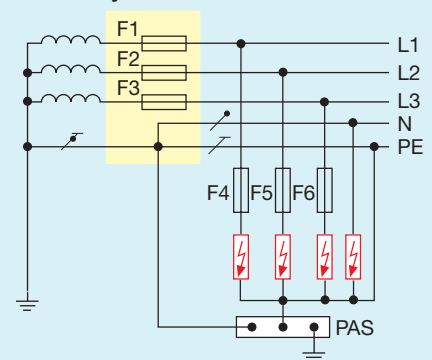


1 Kombi-Ableiter DEHNventil® mit ICE-Technologie

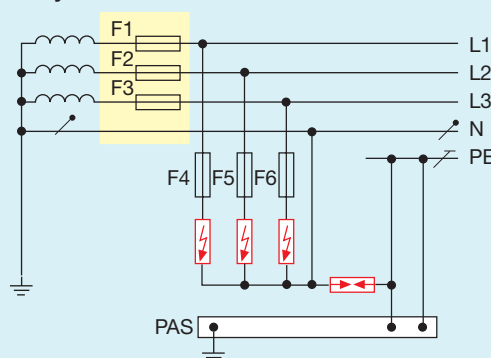
TN-C-System



TN-C-S-System



TT-System



2 Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen entsprechend VDE 0100 Teil 534

Autor

Dipl.-Ing. Veiko Raab, Marketing & Vertrieb,
Dr.-Ing. Peter Zahlmann, Entwicklungsleiter, der Firma Dehn, Neumarkt OPf.

sen die Überspannungs-Schutzeinrichtungen für den Überlastungsfall mit einer Zustands- und Statusanzeige versehen sein.

Diese komplexen Kundenanforderungen stellen Anforderungen an Hersteller, Planer und Errichter von Überspannungs-Schutzsystemen. Herstellerseitig wurden die komplexen Kundenanforderungen mit der neuen Gerätefamilie DEHNventil® auf Basis der ICE-Technologie (Bild 1) umgesetzt:

- **Integrated (integriert):**
Blitzstrom- und Überspannungs-Ableiter in einem Gerät.
- **Coordinated (koordiniert):**
Unmittelbare Koordination mit nachgeordneten Überspannungs-Ableitern und mit in Endgeräten eingebauten Schutzschaltungen.
- **Encapsulated (gekapselt):**



3 Koordinationshinweis



4 Blitz- und Überspannungsschutz mit Einzelkomponenten und separater Entkopplungsdrossel



5 Blitz- und Überspannungsschutz mit Kombi-Ableiter

Kein Ausblasen der Funkenstrecke beim Ansprechen durch vollständige Kapselung.

Die mehrpoligen Kombi-Ableiter der Baureihe zeichnen sich aus durch

- hohe Blitzstromtragfähigkeit,
- niedrige Ansprechspannung und
- sehr starke Begrenzung des Netzfolgestroms.

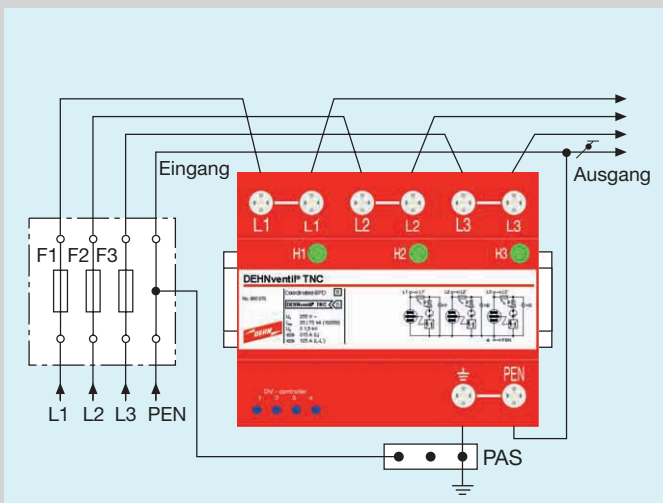
Diese Schutzgeräteserie ist zum Blitz- und Überspannungsschutz kompakter elektrischer Verbraucher sowie zum kombinierten Blitz- und Überspannungsschutz von NS-Hauptverteilungen mit direkt angeschlossenen Stromkreisverteiler konzipiert. Durch speziell auf die Kundenanforderungen für Überspannungs-Schutzsysteme ausgelegte Geräteeigenschaften wird der Elektrofachkraft (ob planend oder ausführend) ein Gerät an die Hand gegeben, das Auswahl und Montage von Überspannungs-Schutzkomponenten vereinfacht.

2 Vorteile bei Auswahl und Errichtung

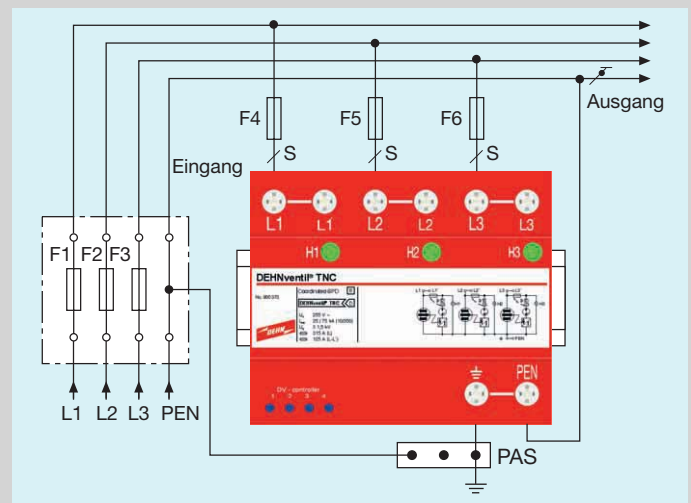
Auswahl und Errichtung von Überspannungs-Schutzeinrichtungen in NS-Verbraucheranlagen haben entsprechend VDE 0100 Teil 534 [1] zu erfolgen. Die dort vorgegebenen Schaltungsvarianten für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (Bild 2) vereinen die Anforderungen des Überspannungsschutzes mit denen des Schutzes bei indirektem Berühren überlasteter Überspannungs-Schutzgeräte.

2.1 Auswahlssicherheit

Auswahlssicherheit ist für Planer und Installateur dadurch gegeben, dass die Typenbezeichnung der Baureihe entsprechend der für NS-Verbraucheranlagen üblichen Systemformen gewählt wurde. Die systemgerechte Verschaltung entsprechend Bild 2 erfolgt herstellerseitig innerhalb der Geräte. Auswahl und Verdrahtung von Einzelkomponenten ist damit nicht mehr notwendig. Die Auslegung als mehrpolige Ableitereinheit bietet einen weiteren Anwendungsvorteil hinsichtlich der Festigkeit gegenüber netzfrequenter zeitweiliger Überspannungen (TOV), die in bestimmten Betriebszuständen der NS-Anlage auftreten können. Diese Beanspruchungen sind in VDE 0100 Teil 442 [2] beschrieben. Die daraus abgeleiteten Prüfanforderungen für Überspannungs-Schutzeinrichtungen haben Eingang in die kommende europäische Produktnorm für Überspannungs-Schutzeinrichtungen EN 61643-1 [3] gefunden. Diese werden bereits durch die neue Produktfamilie erfüllt. Für den Anwender bedeutet dies eine Vereinfachung gegenüber der Auswahl von Einzelkomponenten, bei denen er hinsichtlich der Auswahl der TOV-Festigkeit oftmals überfordert ist.



⑥ Kombi-Ableiter DEHNventil® in V-förmiger Verdrahtung



⑦ Kombi-Ableiter DEHNventil® in konventioneller Parallelverdrahtung

Eine weitere Vereinfachung der Auswahl und des Einsatzes stellt die vollständige Koordinierbarkeit mit nachgeschalteten Ableitern der Anforderungskategorie D dar. Die Koordinationsangabe ist auf dem Typenschild vermerkt (Bild ③). Durch den niedrigen Schutzpegel und geringe Durchlasswerte des Stoßstroms ist es möglich, dass der Gerätefamilie ohne weitere zusätzliche Bedingungen (z. B. Kabelstrecken, Entkopplungsdrosseln) Überspannungs-Ableiter und Schutzelemente nachgeschaltet werden können. Bedingt durch die Integration der Funktionen von Blitzstrom- als auch Überspannungs-Ableitern in einem Gerät (Kombi-Ableiter) können nunmehr die bisher bei Kompaktanlagen notwendigen Entkopplungsdrosseln (Bild ④) entfallen.

2.2 Geringer Platzbedarf

Der geringe Platzbedarf bringt eine Kosteneinsparung bei der Auslegung von Einbaueinheiten (Bild ⑤). Notwendiger Platzbedarf in Teilungseinheiten (TE)

- Geräte mit ICE-Technologie: **6 TE**
- konventionelle Lösungen mit Blitzstrom-Ableiter, Entkopplungsdrossel (35 A) und Überspannungs-Ableiter: **15 TE**
- konventionelle Lösungen mit Blitzstrom-Ableiter, Entkopplungsdrossel (63 A) und Überspannungs-Ableiter: **21 TE**

Allein der Platzbedarf für Blitzstrom-Ableiter und Überspannungs-Ableiter je Außenleiter und Neutralleiter nimmt in der Ausführung als Einzelkomponenten bereits 3 TE je Leiter ein. Hinzu kommen die Entkopplungsdrosseln zur energetischen Koordination, deren Bauvolumen sich nach dem Betriebsstrom der zu schützenden Anlage richtet. Je größer der Betriebsstrom der zu schützenden Anlage, desto größer ist auch das Bauvolumen der zur Koordination verwendeten Entkopplungsdrossel.

Dieser Platzvorteil der Kombi-Ableiter-Generation tritt umso stärker hervor, je

höher der Betriebsstrom der zu schützenden Anlage ist.

Auch der Vergleich des Raumbedarfs von Schutzschaltungen, die in Einbaueinheiten angeboten werden, zeigt eindeutige Vorteile der neuen Kombi-Ableiter-Generation. Der Raumbedarf für den Blitz- und Überspannungsschutz einer Anlage mit 250 A Betriebsstrom (z. B. Telekommunikations-shelter) beträgt mit einem kompakten Kombi-Ableiter in ICE-Technologie nun weniger als ein 35stel des Raumbedarfs bei Ausführung in konventioneller Schaltungstechnik mit Blitzstrom-Ableitern, Entkopplungsdrosseln und Überspannungs-Ableitern.

2.3 Kostengünstige Lösung

Hohe Leistungsfähigkeit bei geringem Bauvolumen und geringer Montageaufwand machen den Kombi-Ableiter zu einer kostengünstigen Lösung. Bereits bei Anlagen mit Betriebsströmen bis zu 35 A (Bild ④) stellt der Kombi-Ableiter eine preisliche Alternative zu den Einzelkomponenten dar.

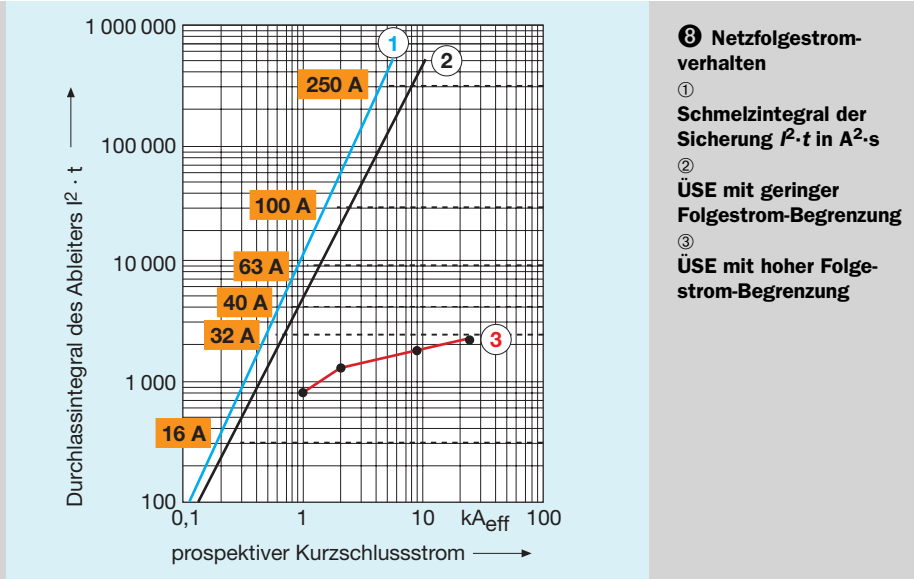
2.4 Montagefreundlichkeit

Die einfache Montage der Kompakteinheit gegenüber Einzelkomponenten bringt eine zusätzliche Zeitersparnis bei der Installation. Da Auswahl und Verdrahtung von Einzelkomponenten entfallen, werden Auswahl- und Verdrahtungsfehler und damit eventuell verbundene Kosten für die Fehlersuche vermieden. Durch die Typenbezeichnung der Gerätefamilie entsprechend der gängigen Systemformen für NS-Verbraucheranlagen gewinnt die Elektrofachkraft Zeit und erhält Sicherheit beim Wählen der Überspannungs-Schutzgeräte. Zweifel im Umgang mit der Thematik Blitz- und Überspannungsschutz können damit weitestgehend vermieden werden. Wie aus Bild ⑤ ersichtlich, werden durch die Ausführung als Reiheneinbaugerät in

Standardgröße unter Verwendung gekapselter, nichtausblasender Funkenstrecken keinerlei zusätzliche Anforderungen beim Einbau der Schutzgeräte gestellt. Es müssen weder Sicherheitsabstände eingehalten, noch eventuell für den Einbau verwendete Isolierstoffgehäuse einer Blitzstoßstromprüfung unterzogen werden. Zur Erweiterung der Anschlussmöglichkeiten sind alle Anschlüsse der neuen Gerätefamilie als Doppelklemmen ausgeführt.

2.5 Verdrahtung

Einhaltende Bedingungen. Entscheidend für den Schutz elektrischer und elektronischer Anlagen und Systeme vor Überspannungen ist der Stoßspannungspegel, der tatsächlich das zu schützende Gerät beansprucht. Die Stoßspannungsbegrenzung von Überspannungs-Schutzeinrichtungen kann nur dann zum Schutz von Geräten und Anlagen voll wirksam werden, wenn bei der Verdrahtung der Schutzgeräte bestimmte Bedingungen beachtet werden. Sind Stichleitungen zum Anschluss von Überspannungs-Schutzeinrichtungen an die NS-Verbraucheranlage zu lang ausgeführt, so kommt es aufgrund des vorwiegend induktiven Spannungsfalls an diesen Leitungen beim Ableitvorgang zu einem zusätzlichen Spannungsfall. Dieser erhöht den durch die Anordnung erreichten Schutzpegel gegenüber der Angabe des Schutzpegels im Datenblatt des Herstellers der Überspannungs-Schutzeinrichtung. Gleichzeitig kommt es damit zu einer Verschlechterung der Schutzwirkung der Anordnung. Um derartige sekundäre, nicht gewünschte Effekte zu vermeiden, wird in VDE 0100 Teil 534 [1] darauf hingewiesen, dass die Stichleitungen zum Anschluss von Überspannungs-Schutzeinrichtungen eine Länge von 0,5 m nicht überschreiten sollen. Deshalb wird ebenfalls in VDE 0100 Teil 534 [1] eine V-förmige Anschlusstechnik



für Überspannungs-Schutzeinrichtungen empfohlen. Bei dieser Anschlusstechnik muss jedoch beachtet werden, dass die Klemmstellen am Überspannungsschutzgerät so ausgelegt sein müssen, dass sie Betriebsströme der Anlage dauerhaft tragen können. Dieses war bei der bisher allgemein üblichen Parallelverdrahtung von Überspannungs-Schutzeinrichtungen mit Stichleitung nicht der Fall.

EMV-gerechte, V-förmige Verdrahtung.

Die neue Gerätefamilie erfüllt mit der Doppelklemmenteknik die Anforderungen an eine EMV-gerechte, V-förmige Verdrahtung. Bild 6 zeigt den Einsatz der Gerätefamilie in der beschriebenen Anschlusstechnik. Bedingt durch die kompakte Bauart der Gerätefamilie steht für jede Klemmstelle als Baubreite nur eine Teilungseinheit zur Verfügung. Dementsprechend begrenzt ist das mechanische Fassungsvermögen der Klemmstelle und dadurch bedingt auch die Dauerstromtragfähigkeit. Anwendungen der Gerätefamilie in V-förmiger Verdrahtungstechnik sind deshalb auf Anlagenbetriebsströme kleiner oder gleich 125 A begrenzt. Dies stellt den maximal zulässigen Wert der im Bild 6 gezeigten Sicherungen F1 – F3 dar. Sind Anlagen mit Betriebsströmen größer als 125 A zu schützen, so muss auf die bewährte Parallelverdrahtungstechnik (Bild 7) zurückgegriffen werden. Bei Werten der Sicherungen F1 – F3 kleiner oder gleich 315 A sind die Sicherungen F4 – F6 entbehrlich. Nur bei Anlagen mit Nennströmen über 315 A (F1 – F3 größer als 315 A) müssen zur Absicherung der Stichleitungen des Kombi-Ableiters Sicherungen mit einem Wert von 315 A eingesetzt werden. Der Leiterquerschnitt S ist entsprechend des Schutzes bei Kurzschluss nach VDE 0100 Teil 430 [4] zu bemessen. Die Auswahl und Zuordnung von Leiterquerschnitten zu Überstrom-Schutzeinrichtungen in Anlagen mit Überspannungs-

Schutzeinrichtungen wurde in [5] bereits eingehend dargestellt und soll an dieser Stelle nicht weiter erläutert werden.

Abschließend bleibt festzustellen, dass die in den Bildern 6 und 7 dargestellten Sicherungen nicht im Zusammenhang mit den überspannungsbegrenzenden Elementen des Kombi-Ableiters stehen, sondern ausschließlich nach den Kriterien des Schutzes von Kabeln und Leitungen bei Überströmen zu bemessen sind.

Das Schutzgerät selbst ist in der Lage, in Anlagen mit prospektiven Kurzschlussströmen von 25 kA_{eff} auftretende Folgeströme sicher zu löschen. Dies wird durch ein sehr stark folgestrombegrenzendes Verhalten erreicht, das Bestandteil der ICE-Technologie ist und eine Weiterentwicklung der bewährten Radax-Flow-Technologie [6] darstellt. Der Vergleich zwischen der stark folgestrombegrenzenden Technologie der Produktfamilie DEHNventil® mit Überspannungsschutzeinrichtungen mit geringer Folgestrombegrenzung ist im Bild 8 dargestellt.

Beispiel zur Erläuterung des folgestrombegrenzenden Verhaltens:

In einer Anordnung gemäß Bild 6 sei am Einbauort des Kombi-Ableiters im Kurzschlussfall ein Kurzschlussstrom von 25 kA_{eff} verfügbar. Durch die ICE-Technologie der Funkenstrecke wird beim Ansprechen des DEHNventil® der auftretende Netzfolgestrom durch die Funkenstrecke so stark begrenzt, dass bei Sicherungswerten für F1 – F3 von 32 A oder größer diese durch den Netzfolgestrom nicht ausgelöst werden. Im Vergleich dazu würden Sicherungen mit diesen Werten beim Einsatz nichtfolgestrombegrenzender Überspannungs-Schutzeinrichtungen bereits bei verfügbaren Kurzschlussströmen < 1 kA_{eff} ausgelöst werden. In diesem Fall wäre zwar die Anlage geschützt, aber die Versorgungszuverlässigkeit und -sicherheit wären nicht gewährleistet.

3 Anwendernutzen

Mit einem Blitz- und Überspannungsschutzsystem auf der Basis der Kombi-Ableitergeneration kann die Elektrofachkraft seinem Kunden eine Vielzahl von Vorteilen bieten:

• Optimale Schutzwirkung bei geringstem Raumbedarf

Mit einem einzigen Schutzbaustein kann für kompakte Anlagen eine Elektroversorgungs-Infrastruktur bereitgestellt werden, die einen störungsfreien Betrieb EMV-geprüfter Geräte und Systeme zulässt. Durch die kompakte Bauform lassen sich auch bereits vorhandene und in Betrieb befindliche Anlagen und Systeme sehr einfach mit Blitz- und Überspannungsschutz nachrüsten.

• Höchstmaß an Sicherheit und Versorgungszuverlässigkeit

Aufgrund ihrer Leistungsparameter ist ein optimaler Schutz der Anlage auch bei ungünstigsten Störungsszenarien gegeben. Der Schutz der elektrischen Anlage erfolgt für den Anwender unbemerkt.

• Wartungsfreiheit

Durch die Verwendung bewährter Funkenstrecken-Technologie und deren Weiterentwicklung ist eine weitestgehende Wartungsfreiheit der Geräte gegeben. Selbst bei der für die Inbetriebnahme elektrischer Anlagen notwendige Isolationsmessung mit $U = 500$ V DC brauchen die Schutzgeräte nicht abgeklemmt zu werden.

• Betriebs- und Zustandsanzeige

Die Informationen lassen sich zur Betriebsbereitschaft des Systems an ein Gebäuleitersystem weitergeben.

• Kostengünstige Lösung

Der Einsatz leistungsfähiger Kombi-Ableiter gestattet, dem Endkunden ein faires Preis-/Leistungsverhältnis anzubieten.

Literatur

- [1] DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100 Teil 534): 1999-04 Elektrische Anlagen von Gebäuden; Teil 534: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln; Überspannungs-Schutzeinrichtungen.
- [2] DIN VDE 0100-442 (VDE 0100 Teil 442): 1997-11 Elektrische Anlagen von Gebäuden; Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen; Hauptabschnitt 442: Schutz von Niederspannungsanlagen bei Erdschlüssen in Netzen mit höherer Spannung.
- [3] prEN 61643-1:2000-12 Überspannungsableiter für den Einsatz in Niederspannungsnetzen; Teil 1: Anforderungen und Prüfungen.
- [4] DIN VDE 0100-430 (VDE 0100 Teil 430): 1991-11 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen; Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom.
- [5] Raab, V., Zahlmann, P.: Kurzschlusschutz von Blitzstrom-Ableitern. Elektropraktiker, Berlin (1998) 5, S. 454-457 und 6, S. 552-556.
- [6] Raab, V., Zahlmann, P.: Folgestrombegrenzender Blitzstrom-Ableiter für Hauptstromversorgungssysteme. Elektropraktiker, Berlin (1997) 12, S. 1062-1066