Sichere und durchdachte Überspannungsschutzgeräte

Überspannungs-Schutzeinrichtungen für die Energietechnik werden seit dem Oktober 2004 entsprechend der europäischen Produktnorm [1] beschrieben und geprüft. Für Anwender ist die Neueinteilung der Überspannungs-Schutzgeräte in Ableiter der Typen 1, 2 und 3 gegenüber der früheren Kennzeichnung nach den Anforderungsklassen B, C, D besonders auffällig.

Geltende Anforderungen

Im Produktstandard [1] sind grundlegende Sicherheitsanforderungen, die Art der Dokumentationen sowie Prüfprozeduren zur Ermittlung der einzelnen Ableiterkennwerte enthalten. Die anwendungsspezifischen Anforderungen sind außerhalb des Produktstandards definiert. Für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen in der Energietechnik gelten die Normen [2] und [3] sowie die Richtlinien [4] und [5].

Anhand einer neuen Gerätefamilie von Überspannungs-Schutzgeräten der Typen 1, 2 und 3 wird im Beitrag dargestellt, wie die verschiedenen Produktanforderungen der einzelnen Normen und Anwendungsrichtlinien bei der Definition der Geräte berücksichtigt werden.

Kombi-Ableiter Typ 1

Die bewährte Kombi-Ableiter-Familie Dehnventil (Bild ❶) bietet durch ihre modulare Ausführung ein hohes Maß an Sicherheit mit einigen Innovationen. Daraus ergeben sich Vorzüge für Anwender – sowohl im Umgang mit den Geräten, z. B. bei der Installation, als auch während des



❶ Modularer Kombi-Ableiter Typ 1

Betriebs. Wie schon die Vorgänger-Geräte, beinhaltet auch die Gerätefamilie 5 anwendungsspezifische Gerätetypen, die je nach Versorgungsnetz (TN-C, TN-S oder TT) anschlussfertige Lösungen für 1- und 3-phasige Anwendungen bieten. Die anwendungsbezogenen Typbezeichnungen erleichtern die Auswahl der Geräte ebenso wie die systemspezifischen Klemmenbezeichnungen der verschiedenen Gerätetypen.

Installationsvarianten. Mit Doppelklemmen an jeder Klemmstelle ist in vielen Anwendungsfällen der Anschluss über die in den Installationsrichtlinien bevorzugte V-Verdrahtung ohne zusätzliche Reihenklemmen möglich (Bild ❷). Neben dem daraus resultierenden tiefen Anlagenschutzpegels ergibt sich für Anwender eine Reduzierung des Installationsaufwandes. Durch die Anordnung der Leiteranschlussklemmen an der Geräteoberseite in logischer Reihenfolge (L1, L2, L3, N) sowie des ebenfalls als Doppelklemme ausgeführten Erdungsanschlusses auf der gegenüberliegenden Geräteseite, wird die bevorzugte Installationspraxis berücksichtigt. Dies vermeidet Fehlinstallationen sowie die Einkopplung von Überspannungen durch parallele Leiterführung. Die V-Verdrahtung ist für Nennströme bis 125 A anwendbar. Bei Anlagen-Nennströmen von mehr als 125 A ist der Kombi-Ableiter im Stichleitungsanschluss zu installieren. Durch die Auslegung der maximal zulässigen Ableitervorsicherung (315 A gL/gG) übernehmen in dieser Schaltungsvariante bereits die im System vorhandenen Überstrom-Schutzeinrichtungen den Backup-Schutz dieser Kombi-Ableiter – in vielen Anwendungsfällen bis zu einem Anlagen-

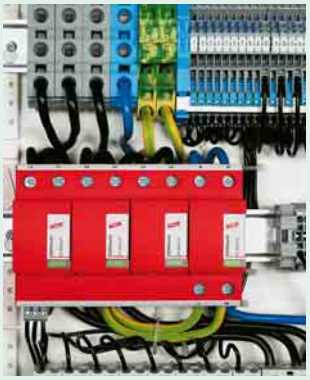
Kurzschlussstrom von 50 kA_{eff}. Für Schaltanlagen mit größerer Kurzschlussleistung lässt sich dieser Backup-Schutz des Ableiters mit einer Reduzierung der Ableitervorsicherung auf 200 A gL/gG sicherstellen.

Funkenstrecken. Da die leistungsfähige Radax-Flow-Funkenstreckentechnik zum Einsatz kommt, hat die Auslegung der Ableitervorsicherung nur die Charakteristik des Backup-Schutzes. Das heißt, die Funkenstrecke begrenzt und löscht einen möglichen Netzfolgestrom selbsttätig ohne Zuhilfenahme der vorgelagerten Sicherung. Eine weitestgehende Unterdrückung von netzfrequenten Folgeströmen und deren Löschung durch die Funkenstrecken ermöglicht eine Folgestrom-Ausschaltselektivität zu Sicherungen ≥ 20 A gL/gG, auch bei hohen Kurzschlussströmen. Dieses Verhalten ist ein wesentlicher Garant für die Verfügbarkeit der elektrischen Anlage, denn sonst könnte das Ansprechen des Ableiters zum Auslösen des Anlagenschutzes und so zum Betriebsausfall der gesamten Anlage führen.

Koordination der Ableiter. Wie auch die Vorgängergeräte ermöglichen die Produkte der modularen Kombi-Ableiter-Gerätefamilie eine energetische Koordination zu allen anderen Überspannungs-Schutzgeräten der gleichen Serie sowie direkt zu den zu schützenden Endgeräten. Dies ist im Rahmen eines Überspannungs-Schutzsystems die wohl wichtigste und auch schwierigste Anforderung, die an Überspannungs-Schutzgeräte gestellt wird. Die Wichtigkeit dieser Koordination wird durch alle eingangs erwähnten Normen und Anwendungsrichtlinien an mehreren Stellen unterstrichen. Dabei wird sowohl die Ableiterkoordination untereinander als auch die Koordination der Ableiter zu den in der Installation befindlichen Betriebsmitteln und zu den zu schützenden Systemen und Geräten näher betrachtet. Mit Hilfe von unterschiedlichen Verfahren lässt sich die energetische Ableiterkoordination der einzelnen Schutzstufen ermitteln. Da diese Verfahren in der Praxis jedoch häufig an der mangelnden Kenntnis der Anwender über die verschiedensten Betriebseigenschaften der unterschiedlichen Ableiter scheitern, hat sich der Einsatz energetisch koordinierter Produktfamilien als einzig wirksame Methode bewährt. Daher sind die einzelnen Schutzelemente der beschriebenen Produktfamilie energetisch so koordiniert, dass ein selektives Wirken der Schutzstufen ohne Überlastung einzelner Schutzgeräte erfolgt.

Modularer Aufbau. Am auffälligsten für Anwender ist wohl der modulare Aufbau der neuen Kombi-Ableiterfamilie. Ihre einzelnen Schutzmodule enthalten neben der Funkenstrecke auch die kompletten Baugruppen der Monitoring-Einrichtung für die Energieflusssteuerung der Gleitentladungs-Funkenstrecke sowie eine Überwachung des Schutzpfades und eine Sichtanzeige. Jedes steckbare Schutzmodul ist mit der mechanisch wirkenden Funktions- und Defektanzeige ausgerüstet. Damit können Anwender auf einen Blick die Funktionsfähigkeit aller Schutzpfade des Kombi-Ableiters erfassen. Um die Anzeige der Funktionsbereitschaft des Ableiters in ein übergeordnetes Anlagenmanagementsystem einbinden zu können, steht von jedem Gerätetyp eine Ausführung mit potentialfreiem Wechslerkontakt zur Verfügung. Ein als Sammelmeldung ausgeführtes Signal überwacht so jeden einzelnen Schutzpfad und führt auch dann zu einer Meldung, wenn ein Schutzmodul des Ableiters durch Anwender entfernt wurde.

Modulwechsel. Einzigartig für Überspannungs-Schutzgeräte ist das Modulverriegelungssystem, das erstmalig bei den neuen modularen Geräten dieser Produktfamilie zum Einsatz kommt. Es stellt eine vibrationssichere Verbindung zwischen Schutzmodul und Gerätebasisteil sicher. Auch im Fall von höchsten mechanischen Belastungen, wie sie beispielsweise bei der Ableitung von direkten Blitzstoßströmen auftreten, ist der sichere Kontakt der Schutzmodule gegeben. Sollte es trotz der Auslegung der Schutzmodule einmal zur Überlastung kommen, dann ermöglicht eine Modulentriegelungstaste den einfachen Austausch der Schutzmodule, ohne den Gebrauch eines zusätzlichen Hilfswerkzeugs (Bild ❸). Die einfache Modulentnahme ist auch dann von Vorteil, wenn im Rahmen der Anlagenüberprüfung eine Isolationsmessung mit erhöhter Prüfspannung (> DC 500 V) durchgeführt werden soll.



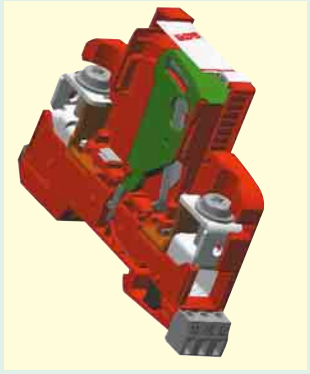
❷ **Modulare Kombi-Ableiter mit Doppelklemmen für die V-Verdrahtung**



❸ **Vereinfachter Wechsel der Schutzmodule durch Modulentriegelungstaste**



❹ **Modularer Überspannungs-Ableiter Typ 2**



❺ **Darstellung zur Funktionsweise der Sichtanzeige** ▶

Elektrische Parameter. Die Auslegung der höchsten Dauerspannung (U_c) und die Berücksichtigung des Auftretens zeitlich begrenzter (temporärer) netzfrequenter Überspannungen (TOV) entspricht den Forderungen der international gültigen Installationsrichtlinie IEC 60 364-5-53. Analog zu Betriebsmitteln und Geräten in einer Niederspannungs-Verbraucheranlage sind auch die Kombi-Ableiter Typ 1 für eine Dauerspannung von höhstens 255 V (230 V + 10 % = 253 V) ausgelegt. Dies bildet die Basis für die Koordination zwischen Überspannungsschutz und zu schützendem System. Entsprechend der Anwendungsnorm wurden alle Schutzpfade des Kombi-Ableiters derartig dimensioniert, dass sie den temporär auftretenden netzfrequenten Überspannungen ohne Beeinträchtigung standhalten (TOV-Festigkeit). Für die Auslegung der Schutzpfade zwischen L und N ist im 230/400 V System eine TOV-Spannung von 333,5 V bei einer Dauer von 5 Sekunden zu berücksichtigen. Die für die Kombi-Ableiter Typ 1 ausgewiesene TOV Festigkeit bis zu einer Spannung von 440 V geht also weit über die Mindestforderung der betreffenden Gerätenorm hinaus. Gemeinsam mit der TOV-Festigkeit des N – PE-Schutzmoduls von 1200 V (200 ms) ergibt sich ein leistungsfähiges Schutzsystem, dass auch beim Auftreten von temporären Überspannungen oder bei den leider nicht auszuschließenden Fehlinstallationen ein relativ hohes Maß an Sicherheit bietet.

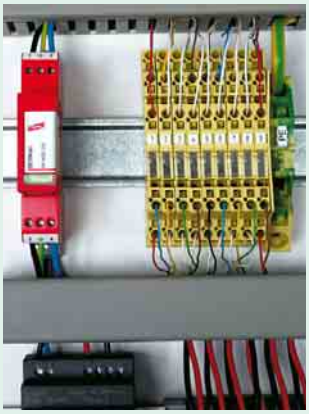
Ableiter Typ 2

Dehnguard modular ist die Produktbezeichnung für die Nachfolgegeräte der weltweit erfolgreich eingesetzten Typ 2-Ableiterfamilie (Bild ❹). Die technische Weiterentwicklung der verwendeten Varistortechnologie in Verbindung mit funktionalem Produktdesign bietet sowohl Sicherheit als auch Anwenderfreundlichkeit.

Abtrennung bei Überbelastung. Besonders die Abtrennvorrichtung sorgt dafür, dass die Ableiter auch bei extremer Überbelastung in einen sicheren, vom Niederspannungssystem getrennten Zustand übergehen. Dabei wird parallel zur Oberflächentemperatur des Hochleistungsvaristors auch die Höhe des Ableitstromes ausgewertet. Mit der Sichtanzeige in jedem Schutzmodul haben die Anwender sofort Überblick über die Funktionsbereitschaft des Gerätes (Bild ❺). Alle anwendungsspezifischen Gerätetypen für typische



❻ Modularer Überspannungs-Ableiter Typ 3



❼ Überspannungsschutz für Industrieelektronik ▶

Fotos: Dehn + Söhne

Wechselstrom- und Drehstromanwendungen stehen für jede Schaltungsvariante als Ausführung mit potentialfreiem Fernmeldekontakt für Sammelmeldung zur Verfügung.

Funktionales Design. Kennzeichnend für das funktionale Ableiterdesgin ist neben der Verwendung von Multifunktions-Anschlussklemmen für Leiter- und Kammschienenanschluss im standardisierten Abstand von einer Teilungseinheit auch das für Überspannungs-Schutzgeräte einzigartige Modulverriegelungssystem. Es fixiert die Schutzmodule fest im Gerätebasisteil – weder Erschütterungen durch Transport noch die enormen Stromkräfte während eines Ableitvorgangs führen zum Lockern. Sollte der Wechsel eines Schutzmoduls notwendig sein, kann es mit Hilfe der Modulentriegelungstaste einfach und ohne Hilfswerkzeug ausgetauscht werden. Um dabei eine Fehlbestückung durch Installateure oder Anwender zu vermeiden, ist jeder Schutzpfad der modularen Typ 2-Ableiter mit einer mechanischen Kodierung ausgestattet.

Elektrische Parameter. Auch bei der Auslegung der elektrischen Parameter dieser Typ 2-Ableiterfamilie wurde darauf geachtet, die Anforderungen aus den Installationsnormen umzusetzen. Dies betrifft die Dimensionierung der maximal möglichen Dauerspannung ebenso wie das TOV-Verhalten der einzelnen Schutzpfade. Die maximal zulässige Ableitervorsicherung (125 A gL/gG) ermöglicht auch bei diesen Geräten, dass in vielen Fällen die bereits in der Anlage vorhandenen Überstrom-Schutzeinrichtungen den Backup-Schutz der Ableiter übernehmen. Mit einer Kurzschlussfestigkeit von 50 kA_{eff} ist diese Gerätefamilie auch für Anforderungen im industriellen Anwendungsumfeld ausgelegt.

Ableiter Typ 3

Typ 3-Überspannungs-Schutzgeräte der Serie Dehnrail modular (Bild ❻) wurden hauptsächlich zum Schutz der Netzversorgung von Geräten der Industrieelektronik entwickelt. Die auf der Hutschiene montierbaren Reiheneinbaugeräte mit einer Baubreite von einer Teilungseinheit bestehen aus Gerätebasisteil und Überspannungs-Schutzmodul.

Schutzschaltung. Der Aufbau der Überspannungs-Schutzbeschaltung als verwechslungssichere Y-Schutzschaltung bewirkt auch beim Einsatz der Geräte in Endstromkreisen ohne feste Zuordnung zwischen L und N die sichere Funktion des Überspannungs-Schutzes. Im wechselbaren Schutzmodul befindet sich die komplette Überspannungs-Schutzbeschaltung sowie die kombinierte Ableiter-Überwachung und Abtrennvorrichtung.

Funktionsprüfung. Alle Typ 3-Geräte sind standardmäßig mit einer betriebs- und leckstromfreien mechanischen Funktions- und Defektanzeige ausgerüstet. Zur Einbindung in übergeordnete Leitsysteme steht Anwendern auch eine Ausführung mit potentialfreiem Wechslerkontakt für Fernsignalisierung zur Verfügung.

Installation. Analog zu den Anforderungen in den Installationsrichtlinien haben diese Ableiter Ein- und Ausgangsklemmen zur Durchgangsverdrahtung und sind für einen Nennlaststrom von 25 A ausgelegt, womit in fast allen Anwendungsfällen eine Durchgangsverdrahtung möglich ist (Bild ❼). Wie bei den zuvor be-

schriebenen Ableitern sind auch die Geräte dieser modularen Typ-3-Ableiterfamilie mit dem neuen Modulverriegelungssystem ausgestattet. Die Modulentriegelungstaste ermöglicht auch hier eine einfache Modulentnahme ohne Hilfswerkzeug.

Zusammenfassung

Die technische Auslegung der vorgestellten modularen Produktfamilien basiert auf den Anforderungen der geltenden Anwendungsnormen und Installationsrichtlinien. Durch die Weiterentwicklung bewährter Ableiter-Technologien und auf Basis der energetischen Koordination ist es möglich, Anwendern aufeinander abgestimmte Schutzbausteine anzubieten, die als Überspannungs-Schutzsystem dem hohen Verfügbarkeitsanspruch heutiger Anlagen gerecht werden. Das neue und funktionale Ableiterdesign trägt zusätzlich zur Sicherheit und Anwenderfreundlichkeit bei.

Literatur

[1] DIN EN 61643-11 (VDE 0675 Teil 6-11): 2002-12: Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung; Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen.

[2] DIN EN 62305-1 (VDE 0185): 2004-08 (Entwurf): Blitzschutz; Teil 1: Allgemeine Grundsätze; Teil 2: Risiko-Management; Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen; Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen.

[3] E DIN IEC 60364-5-53/A2 (VDE 0100 Teil 534):2001-06 Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kapitel 53: Schaltgeräte und Steuergeräte; Hauptabschnitt 534: Überspannungs-Schutzeinrichtungen

[4] VdS Richtlinie 2031:2005-10: Blitz- und Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen. Richtlinien zur Schadenverhütung. VdS Schadenverhütung, Köln.

[5] VDN-Richtlinie 2004-08: Überspannungs-Schutzeinrichtungen Typ 1; Richtlinie für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) Typ 1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen. VWEW Energieverlag GmbH, Frankfurt.

J. Ehrler

TIPP

Weitere Informationen zu diesem Themenbereich sind in dem **ep**-Sonderheft **Blitz- und Überspannungsschutz** zu finden.

Kabelinstallation in der Münchner U-Bahn

Mit pfiffigen Ideen und cleverer Technik hat ein Elektrobetrieb aus Sigmertshausen den Zuschlag für umfangreiche Installationsarbeiten bei der Erweiterung der U-Bahn in München erhalten. Beim Einziehen der Kabel kommt beispielsweise ein spezielles Fahrzeug zum Einsatz, das im Wesentlichen aus zwei umgebauten, schienentauglichen Baggern und einem Anhänger mit Montagebühne besteht.

Reges Treiben im Untergrund

Wer in diesem Sommer beim Olympia Einkaufszentrum die unterirdische Baustelle der Münchner U3-Verlängerung betritt und dem Lärm folgt, stößt auf diverse Teams von Elektrotechnikern.

Seit dem Frühjahr 2005, als der Aushub und die Verschalung der Tunnels abgeschlossen waren, arbeitet hier unter anderem das Team von Elektro Peter. Die Firma hatte im Rahmen der öffentlichen Ausschreibung den Zuschlag für die Montage der Kabeltrassen und -führungen, die Notstromversorgung und die Mittelspannung inklusive Verlegung, Endverschlüsse und Prüfung erhalten.

Weiterhin umfasst der Auftrag die Installation aller Schaltanlagen, die komplette Beleuchtungsanlage in den Tunneln und Bahnhöfen sowie die Bussteuerung der Beleuchtung und des Notstroms.

Der Installateur mit Sitz in Sigmertshausen hat die Montagearbeiten im neuen Streckenabschnitt der U6 bereits abgeschlossen. Im Bauabschnitt der U3 sind erst die Tragsysteme installiert. Dort konzentriert sich die Arbeit jetzt auf die Montage der Kabel.

Ein Großteil der Starkstromkabel stammt von Dätwyler Kabel+Systeme. Insgesamt wurden bereits über 100 km Sicherheitskabel des Herstellers verlegt: halogenfreie Kabel ebenso wie Kabel mit Funktionserhalt. Die Tragsysteme stammen fast ohne Ausnahmen von der Firma PUK (Bild ❶). Einzelne Strecken unter den Bahnhöfen sind mit den so genannten Hermannschellen von Dätwyler realisiert. „Mit diesen Sammelhalterungen für Kabelanlagen mit Funktionserhalt lassen sich Sicherheitskabel effizient und kostengünstig installieren“, erklärt *Johannes Peter* (Bild ❷), Inhaber von Elektro Peter.



❶ **Kilometerlange Kabeltrassen führen durch den Untergrund** Fotos: Dätwyler



❷ ***Johannes Peter* setzt in der Münchner U-Bahn auf pfiffige Technik**





❸ **Die selbst gefertigte Montagekonstruktion erleichtert und beschleunigt das Verlegen der schweren Kabel**

Münchner U-Bahn

Die Münchner U-Bahn, die 1971 eröffnet wurde und heute zu den benutzerfreundlichsten Europas zählt, bildet zusammen mit der S-Bahn das Rückgrat des städtischen öffentlichen Nahverkehrs der bayerischen Landeshauptstadt. Das Streckennetz hat eine Gesamtlänge von rund 100 km und 94 zumeist unterirdische Tunnelbahnhöfe. Die Züge, die pro Jahr 300 Mio. Fahrgäste transportieren, erreichen im Netz Geschwindigkeiten von bis zu 80 km/h.

Die älteste der insgesamt drei Stammstrecken wird von der U3 und der U6 befahren. Auf diese beiden Linien konzentrieren sich seit einigen Jahren die Aktivitäten der Abteilung U-Bahn-Bau des Baureferats, auch U-Bahn-Referat genannt. Die U6 hat eine Streckenlänge von 23 km und endet im Norden seit 1995 oberirdisch in Garching-Hochbrück. An ihrer Verlängerung bis Garching-Forschungszentrum wird seit April 2001 gearbeitet. Die zur Zeit 17 km lange Strecke der U3, die seit den Olympischen Sommerspielen 1972 im Norden am viergleisigen Bahnhof Olympiazentrum beginnt, soll bis 2007 über Olympiapark-Nord zum Olympia-Einkaufszentrum (OEZ) verlängert werden. Die Weiterführung nach Moosach ist bis 2011 geplant.

Sicherheitskabel mit Funktionserhalt

Damit im Brandfall keine giftigen Gase entstehen, schreibt die Stadt München die Halogenfreiheit der verlegten Kabel vor. Die verwendeten Sicherheitskabel erfüllen diese Anforderung und sind zudem raucharm und schwer entflammbar. Darüber hinaus weisen sie eine definierte, geringe Brandfortleitung auf, um den Zündschnureffekt – die Verbreitung eines Brandes über ein Kabel – zu unterbinden. Gefordert ist in den landesbaurechtlichen Vorschriften (Leitungsanlagenrichtlinie, LAR) ferner ein Funktionserhalt von mindestens 30 Minuten für alle elektrischen Anlagen, die zur Evakuierung von Menschen und Tieren benötigt werden. Gerade in U-Bahntunnels können Sicherheitskabel wie diese einen wichtigen Beitrag leisten, die Brandauswirkungen zu minimieren. Elektro Peter hat die Sicherheitskabel unter anderem für die Notbeleuchtung, die Aufzüge und die Notstromversorgung eingesetzt. Eine