

Einsatz von Blitzstrom- und Überspannungsableitern in Niederspannungsnetzen

C. Drilling, M. Droidner, E. Jordan, A. König, Menden; J. Meppelink, Soest

Das Bedürfnis, Anlagen gleich welcher Art gegen Überspannungen und Blitzeinwirkung zu schützen, nimmt zu. Um die damit mögliche Sicherheit auch tatsächlich zu erreichen, ist eine sorgfältige Planung und Ausführung der Schutzeinrichtung zwingend. In Kombination mit einer geeigneten Software dient neben der Rechner-Simulation ein praktikables Echtzeit-Modell dem Erlernen der notwendigen Fähigkeiten sowie der Überprüfung der gewählten Schutzanordnung.

Die Isolationskoordination in Niederspannungsnetzen geht aus von den genormten Bemessungs-Stoßspannungen nach [1]. Durch die Installation von geeigneten Blitzstrom- und Überspannungsableitern in einer Niederspannungsanlage wird die Einhaltung eines genügend großen Sicherheitsabstandes zwischen Bemessungs-Stoßspannung und Schutzpegel der Ableiter erreicht.

Die richtige Auswahl und die Platzierung von Überspannungsschutzgeräten wie Blitzstrom- und Überspannungsableitern erfordert jedoch ein breites Wissen, das über die Kenntnisse der 50 Hz-Wechselstromtechnik hinausgeht und insbesondere die rasch veränderlichen Ausgleichsvorgänge beinhaltet. Zugleich steigen die Anforderungen des Betreibers elektrischer Anlagen nach einem sicheren Blitzschutz. Dazu zählen vor allem die Bereiche der Hochtechnologie, aber auch Haushalte mit wachsendem Anteil an elektronischen Geräten. Die Zunahme von Schäden an elektronischen Geräten durch Blitz- und Überspannung unterstreicht die Notwendigkeit der sorgfältigen Planung, Ausführung und Überprüfung von Schutzmaßnahmen. Deshalb wurde für den Planer, den Elektroinstallateur sowie die Blitzschutzfachkräfte eine Planungshilfe

entwickelt [2], die eine einfache Auswahl der Komponenten nach den vorgegebenen Randbedingungen im Rahmen der geltenden Normen erlaubt.

Im Rahmen der Aus- und Weiterbildung besteht darüber hinaus der Wunsch nach mehr Informationen über diese komplexe Thematik. Eine Schulung im Seminarraum mit Vortragsfolien ist eine übliche Methode. Sie allein erzielt aber meist nicht immer den gewünschten, nachhaltigen Effekt. Daher wurde im BET (Blitzschutz und EMV Technologiezentrum) ein Netzmodell für Überspannungs-Schutzeinrichtungen entwickelt [3].

Im vorliegenden Beitrag wird das Netzmodell beschrieben. Dieses „Blitzhaus“ (Bild 1) gestattet den Anwendern, ausgehend von der äußeren Blitzschutzanlage die Schutzgeräte (Blitzstrom- und Überspannungsableiter bis hin zu Datenleitungsschutzeinrichtungen) direkt in der ihnen vertrauten Umgebung der Niederspannungsinstallation zu erproben. Jedes

Schaltgerät der modellierten Niederspannungsanlage wird als Steckbrett in das Netzmodell eingelegt und anschließend mit den Blitzstrom- und Überspannungsableitern von Hand verschaltet. Alle Komponenten sind voll funktionsfähige Geräte.

In das Netzmodell wird mit einem Stoßstromgenerator der Blitzstoßstrom eingepreßt. Dabei bleibt das Netzmodell direkt am 50 Hz-Netz angeschlossen. Ströme und Spannungen sind mit Hilfe von batteriebetriebenen Oszilloskopen messbar, so dass die Funktion der Geräte direkt erkennbar ist.

Für komplizierte Projekte steht dieses Echtzeit-Modell dem Installateur zum Erproben seines geplanten Schutzkonzeptes zur Verfügung. Außerdem kann er mit dem Prüfprotokoll und den aufgezeichneten Zeitverläufen gegenüber dem Kunden die Funktionstüchtigkeit des Blitzschutzes nachweisen.

1 Die Planungssoftware

Jeder namhafte Hersteller von Überspannungsschutzgeräten bietet neben den üblichen Überspannungsableitern Blitzstromableiter für Hauseinspeisungen bzw. Verteilungen an. Einige stellen sogar mehrere Typen von Blitzstromableitern zur Verfügung.

Es gibt Blitzstromableiter mit unterschiedlichem Ableitvermögen, unterschiedlichen Restspannungswerten und für verschiedene Anschlussbedingungen [4]. Daher ist es nicht verwunderlich, dass wegen der Vielzahl der Ableiter der eine oder andere Planer oder Elektroinstallateur nicht mehr weiß, welchen Ableiter er in welcher Netzform einzusetzen hat.

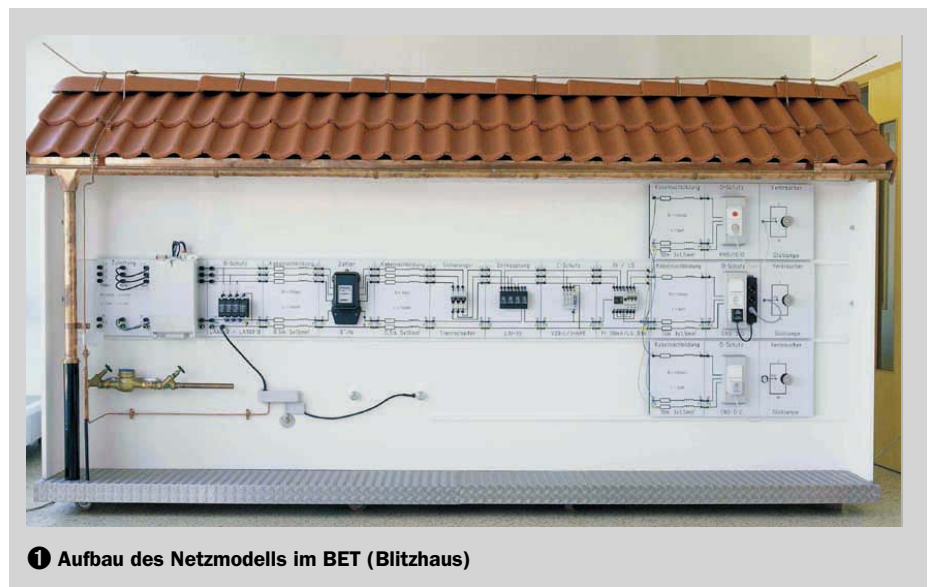
Im allgemeinen bestehen zwei Richtlinien,

Autoren

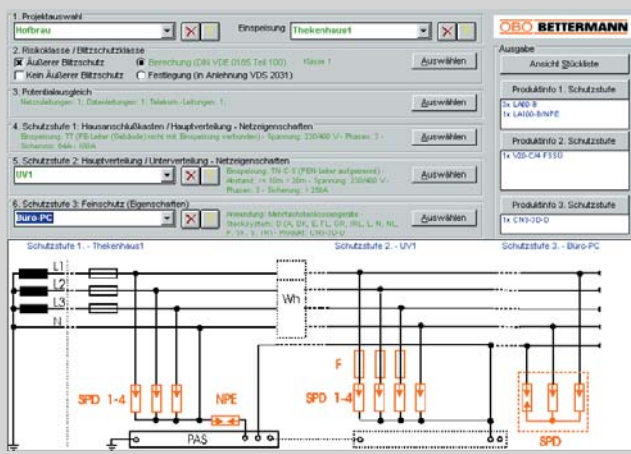
Dipl.-Ing. Christof Drilling, Dipl.-Ing. Markus Droidner und Ing. (grad.) Ernst Jordan sind Mitarbeiter der BET Blitzschutz und EMV Technologiezentrum GmbH in Menden.

Dr.-Ing. Jan Meppelink ist Professor für Hochspannungstechnik an der Universität Gesamthochschule Paderborn, Abt. Soest, FB16, und wissenschaftlicher Berater im BET.

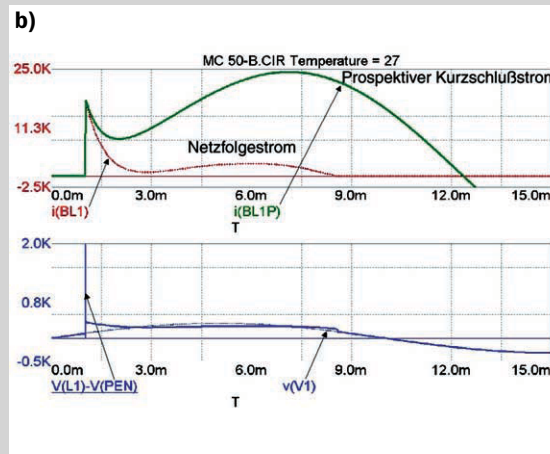
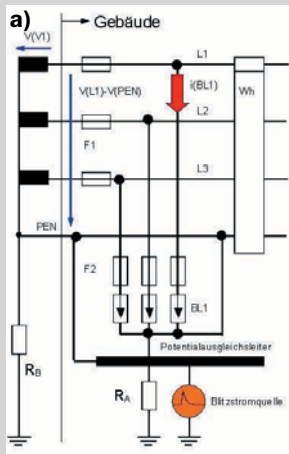
Dipl.-Ing. Andreas König ist Mitarbeiter F+E/ESV der Fa. OBO Bettermann GmbH, Menden



1 Aufbau des Netzmodells im BET (Blitzhaus)



2 Bildschirmansicht für das Beispiel eines TT-Netzes [2]

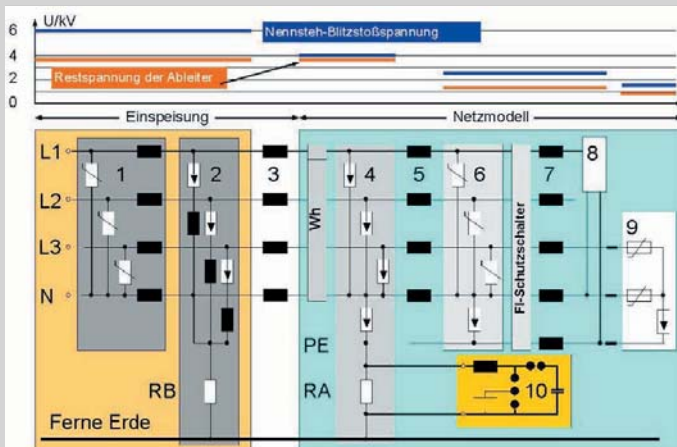


3 Simulation eines Blitzstromableiters am TN-C-Netz

a Anordnung im Netz und Einkopplung eines Blitzstoßstromes 10/350µs mit 200 kA Scheitelwert.

BL1: Blitzstromableiter; F1: Hauptsicherung; F2: separate Vorsicherung; RA: Anlagenerder; RB: Betriebserder.

b Simulation der Ausgleichsvorgänge in a für den Blitzstromableiter MC 50-B der Fa. OBO Bettermann



4 Schaltung des Netzmodells am Beispiel eines TT-Netzes

1 Entkopplungsteil 2 Nachbildung 630 kVA Transformator 3 Impedanz der Zuleitung vom Transformator zur Einspeisung der Niederspannungsverteilung 4 B-Schutz als Blitzstromableiter im TT-Netz 5 Impedanz der Leitung zwischen Einspeisung und C-Schutz bzw. eingebauter Entkopplungsspule 6 C-Schutz als Überspannungsableiter 7 Impedanz der Leitungslänge zwischen C-Schutz und D-Schutz 8 Betriebsmittel zum Anschluss an die feste Installation 9 D-Schutz für besonders geschützte Betriebsmittel 10 Stoßstromgenerator zur Einprägung eines Blitzstoßstromes RB Betriebserder des Transformators RA Anlagenerder PE Potentialausgleichsschiene im TT-Netz (Schutzerde) Ferne Erde: Äquipotentialfläche des Labors

Das obere Diagramm stellt die Nennsteh-Blitzstoßspannung und die durch die Überspannungsschutz-Einrichtungen begrenzte Höhe der Stoßspannung als Restspannung bei einer Blitzstromeinkopplung dar.

wonach Planer oder Elektroinstallateure diese Ableiter aussuchen können:

- Auswahl der Ableiter nach dem neusten Stand der Normung. Hier ist anzumerken, dass einige der in der Tafel aufgeführten Normenwerke z. Z. nur als Entwurf vorliegen, zwar den „Stand der Technik“ darstellen, aber noch keinen zwingenden Charakter haben.
- Auswahl der Ableiter nach den Richtlinien des Verbandes der Schadenversicherer e.V. (VdS-Richtlinie 2031 06/96) Diese Richtlinie enthält die Mindestanforderungen und wendet sich an die Elektrofachkräfte.

Die ersten Fragen, die sich stellen, sind:

- Welche Art Ableiter werden an der Einführungsstelle der elektrischen Energieversorgung am Gebäude benötigt?
- Bedarf es bei Gebäuden mit äußerer Blitzschutzanlage anderer Schutzmaßnahmen als bei Gebäuden ohne äußeren Blitzschutz?

Wird versucht, tiefer in das Detail zu blicken, ergeben sich zusätzliche Unklarheiten:

- Werden für Unterverteilungen bzw. für Endgeräte noch weitere Schutzgeräte benötigt?
- Wozu dient der Hinweis „Schutzpegel“ auf den einzelnen Ableitern?
- Was versteht man unter „Koordination“ der Ableiterstufen?
- Was bedeutet „Ableiterbemessungsspannung“ und wie werden die Ableiter bei TN-C-, TN-S-, TN-C-S-, TT- und IT- Netzen beschaltet?
- Was verbirgt sich hinter dem Begriff „Blitzschutzklasse“?

Außerdem irritiert den Planer bzw. Elektroinstallateur der Hinweis auf das Ableitvermögen der Ableiter. In den Katalogen der Hersteller findet man diesbezüglich Angaben wie 40 kA 8/20µs, 25kA 8/80µs, 25kA 10/350µs und 60kA 10/350µs. Auch hier stellt sich mit Recht die Frage: Welche Art Ableitvermögen ist denn ausschlaggebend und ausreichend?

Die Fachkraft hat jedoch nicht nur die jeweils gültigen Richtlinien zu beachten. Die Einbau- bzw. Koordinationshinweise des Herstellers, die sich hinter den o.a. Angaben verbergen, sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Um diese aufwendige Prozedur ein wenig durchsichtiger und einfacher zu gestalten, wurde eine Software entwickelt, die in Bezug auf das Produktsortiment der Fa. OBO Bettermann in „Sekundenschnelle“ eine mit Sicherheit normen- und anforderungsgerechte Auswahl von Blitzstrom- und Überspannungsableitern garantiert. Die gefundene Lösung ist hinsichtlich ihrer Preis-/Leistungs-Verhältnisses optimiert. Bild 2 zeigt als Beispiel die Benutzeroberfläche der kostenlos auf CD-

ROM erhältlichen und im *Elektropraktiker* bereits vorgestellten Software OBO Construct ÜSS [2] für das Beispiel eines TT-Netzes.

■ 2 Simulationsprogramm

Für eine tiefere Planung müssen am Markt verfügbare, spezielle Simulationsprogramme [5] für die Berechnung der Ausgleichsvorgänge bei einem Blitzeinschlag verwendet werden. Als Beispiel der Funktion eines Blitzstromableiters im TN-C-Netz zeigt Bild 3a Schaltung und Ausgleichsvorgänge in der Phase L1 bei einem direkten Blitzeinschlag in den Anlagenerder. Die Funkenstrecke spricht an, leitet den Blitzstrom in das Netz, führt und löscht den Netzfolgestrom $i(\text{BL1})$. Der Vergleich mit dem prospektiven Netzkurzschlussstrom $i(\text{BL1P})$ in Bild 3b zeigt die Unterdrückung des Kurzschlussstromes durch den Aufbau einer Gegenspannung in der Funkenstrecke und die Unterbrechung vor dem natürlichen Stromnulldurchgang. Mit Hilfe der aufwendigen Netzwerksimulation ist es für jede Netzform und Anlagenkonfiguration möglich, genau zu dimensionieren und die Sicherheitsabstände zwischen Restspannung der Ableiter und der Bemessungs-Stoßspannung zu bestimmen.

■ 3 Netzmodell mit Blitzstrom-einkopplung

Gegenüber der aufwendigen und komplizierten Simulation bietet das Netzmodell (Bild 1) die einfachere und schnellere Möglichkeit, die geplante Schutzkonfiguration zu überprüfen und die o.a. Fragen damit auf praktikable Weise zu beantworten.

3.1 Konzept und Aufbau

Ergänzend zu Bild 1 zeigt Bild 4 die aus Einspeisung und Netzmodell bestehende Schaltung.

Bei der Konzeption des Modells wurden folgende Anforderungen gestellt:

- Betrieb am Energieversorgungsnetz
- Nachbildung eines typischen Versorgungstransformators mit 630 kVA Nennleistung
- Nachbildung der Zuleitung von der Transformatorstation zur Einspeisung in ein Gebäude
- Nachbildung der Betriebs- und Anlagenerder für alle Netzformen
- Direkte Einkopplung von Blitzströmen
- Blitzstromtragfähige Steckverbindungen zwischen den Steckbrettern (Bild 5)
- Messung der Ströme und Spannungen
- Personensicherheit

Aus Platz- und Gewichtsgründen bildet