

# Einsatz von Überspannungsableitern in HS-Netzen

Autor(en): **Büsch, Werner / Köppl, Georg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **89 (1998)**

Heft 7

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-902063>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der Blitzschutz einer gasisolierten Schaltanlage (GIS) und der zugeordneten Transformatoren ist nicht nur eine Frage der Anlagensicherheit, sondern auch der Wirtschaftlichkeit, wenn Überspannungsableiter in die GIS eingebaut werden sollen. Eine detaillierte Studie zur Blitzüberspannungssituation der Anlage ist daher oft angebracht. Dieser Beitrag zeigt, wie numerische Methoden zur Ermittlung des notwendigen Blitzschutzes einer 220-kV-Schaltanlage eingesetzt werden können.

# Einsatz von Überspannungsableitern in HS-Netzen

■ Werner Büsch und Georg Köppl

Schaltanlagen und Unterwerke in Hochspannungs-Freileitungsnetzen sind besonderen Beanspruchungen durch atmosphärische Überspannungen ausgesetzt. Wanderwellen, die durch Blitzeinschlag in die Freileitung hervorgerufen werden, laufen in die Schaltanlage ein.

Dort können sie zu einer überhöhten Spannungsbeanspruchung und einem Isolationszusammenbruch führen.

Besonders beim Einsatz von SF<sub>6</sub>-gasisolierten Hochspannungsschaltanlagen (GIS) ist eine sorgfältige Abstimmung des Blitzschutzes auf den Freileitungen (FL) mit jenem der GIS sehr wichtig, da Ausfallzeiten nach inneren Überschlägen länger sein können als bei Freiluftanlagen.

Anhand eines Fallbeispiels für eine 220-kV-GIS wird der Blitzschutz für die Anlage und die angeschlossenen Transformatoren untersucht und die

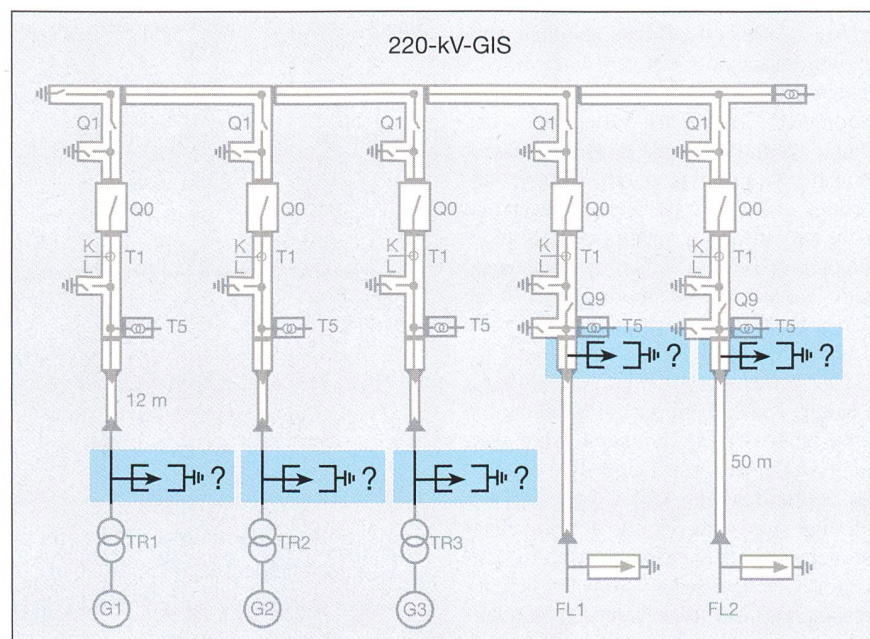


Bild 1 220-kV-GIS-Anlage

**Adressen der Autoren**  
 Werner Büsch, Dipl. El.-Ing., Dr. sc. techn.,  
 GEC Alstom AG, Sprecher Hochspannungstechnik, 5036 Oberentfelden  
 Georg Köppl, Dipl. El.-Ing., Koepl Power Experts, 5242 Lupfig

Fall	Schalter/Trenner offen/geschlossen	$\hat{U}$ [kV]		
		$U_{Kabel}$	$U_{GIS}$	$U_{Trafo}$
Ferneinschlag	geschlossen	520	530	550
	offen	520	540	–
Einschlag in Mast 1 Rückw. Überschlag ( $\hat{I}_{Blitz} = 100 \text{ kA}$ , $R_E = 20 \Omega$ )	geschlossen	600	630	650
	offen	600	620	–
Direkteinschlag Leiter C ( $\hat{I}_{Blitz} = 30 \text{ kA}$ )	geschlossen	830	840	900
	offen	810	870	–
Koordinations-Blitzstehspannung		913	840	913

Tabelle 1 Berechnete Blitzüberspannungen in der 220-kV-Anlage

Mit Ableiter ( $U_{pl} = 529 \text{ kV}$ ) am Übergang FL/Kabel,  $R_E = 20 \Omega$ ,  $L_{Anschluss\ Ableiter} = 6 \mu\text{H}$

Wichtigkeit der Koordination mit dem Blitzschutz der angeschlossenen Freileitungen demonstriert. Aufgrund der Ergebnisse werden Kriterien für den Einbau von Ableitern aufgezeigt.

## Blitzschutz für eine gaisolierte 220-kV-Schaltanlage

### Ausgangslage

Die untersuchte Anlage (Bild 1) besteht aus einer Einfachsammelschiene, zwei Freileitungsabgängen und drei Generatoreinspeisungen über Blocktransformatoren. Sowohl die Freileitungen als auch die Transformatoren sind über Kabel mit der GIS verbunden.

Zur Untersuchung des Blitzschutzes wird nur der ungünstigste Fall betrachtet, in dem nur ein Freileitungsabgang und ein Transformator in Betrieb sind (Bild 2).

In dieser Konfiguration ist auch der offene Trenner oder Leistungsschalter im Freileitungsabgang ein kritischer Schaltzustand, da die einlaufende Spannungswelle hier vollständig reflektiert wird. Dieser Schaltzustand wird bei spannungsloser Leitung durch Erdung der Leitung entschärft, ist aber grundsätzlich nicht zu vermeiden, wenn der Leistungsschalter bei einem Fehler geöffnet wird und weitere Blitzeinschläge folgen. Daher wird dieser Schaltzustand in die Untersuchungen mit eingeschlossen.

Das zwischen Freileitung und GIS geschaltete Kabel dämpft zwar Steilheit und Amplitude der einlaufenden Überspannungswelle stark ab. Durch Reflexionen der einlaufenden Welle am offenen Schalter und am Übergang Kabel/FL können jedoch kritische Amplitudenwerte erreicht werden. Das heisst, dass unabhängig von allen weiteren Betrachtungen auf jeden Fall ein Ableiter im Freileitungsabgang zu setzen ist.

Für die GIS-Anlage und die Transformatoren gelten folgende Bemessungsspannungen:

- Standard-Blitzstosshalte-spannung (BIL): 1050 kV (= minimale Isolationsfestigkeit)
- erforderliche Blitzstehspannung  $U_{rw}$ : 1050 kV (Annahme  $U_{rw} = \text{BIL}$ )
- Koordinations-Blitzstehspannung  $U_{cw}$ :  $U_{cw} \leq U_{rw}/K_s$ ,  $K_s = 1,25$  für eine GIS (entsprechend  $0,8 \times \text{BIL}$ ),  $K_s = 1,15$  für Transformatoren [1]. Somit ergibt sich für  $U_{cw}$ :  $U_{cw}(\text{GIS}) \leq U_{rw}/1,25 = 840 \text{ kV}$ ,  $U_{cw}(\text{Trafo}) \leq U_{rw}/1,15 = 913 \text{ kV}$

- Für Freileitung und Ableiter:
- 50% Blitzstoss-Überschlagsspannung der Freiluftisolation  $U_{50} = 1010 \text{ kV}$
- Schutzniveau des Ableiters (10 kA,  $8/20 \mu\text{s}$ )  $U_{pl} = 529 \text{ kV}$

Die einlaufende Freileitung ist eine Doppelleitung auf Stahlgittermasten mit einem Erdseil auf der Mastspitze. Die an

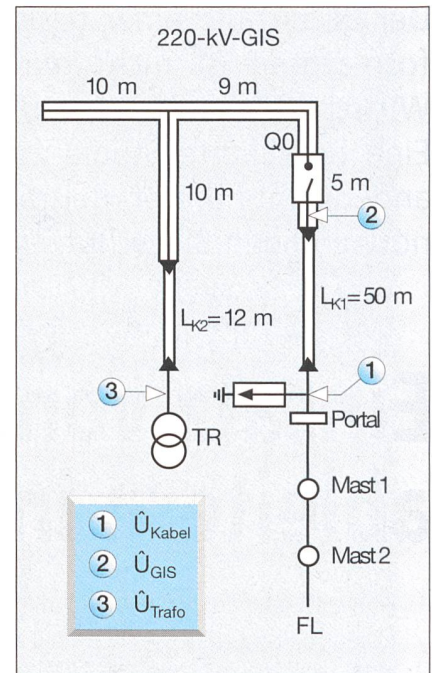


Bild 2 Reduziertes Anlagenschema

die Anlage angrenzenden FL-Masten stehen auf Fels und haben dementsprechend hohe Masterdungswiderstände. Sie müssen auch aufgrund ihrer exponierten Lage als blitzgefährdet betrachtet werden. Des weiteren ist die Schirmwirkung des Erdseils im Übergangsbereich Portal/erster Mast reduziert. Es war ausserdem zu beachten, dass der Einbau von Ableitern an den Transformatoren wegen Platzmangels schwierig ist.

Daraus ergibt sich die konkrete Fragestellung:

- Ist der Blitzschutz der Anlage mit dem gesetzten Ableiter am Leitungseingang

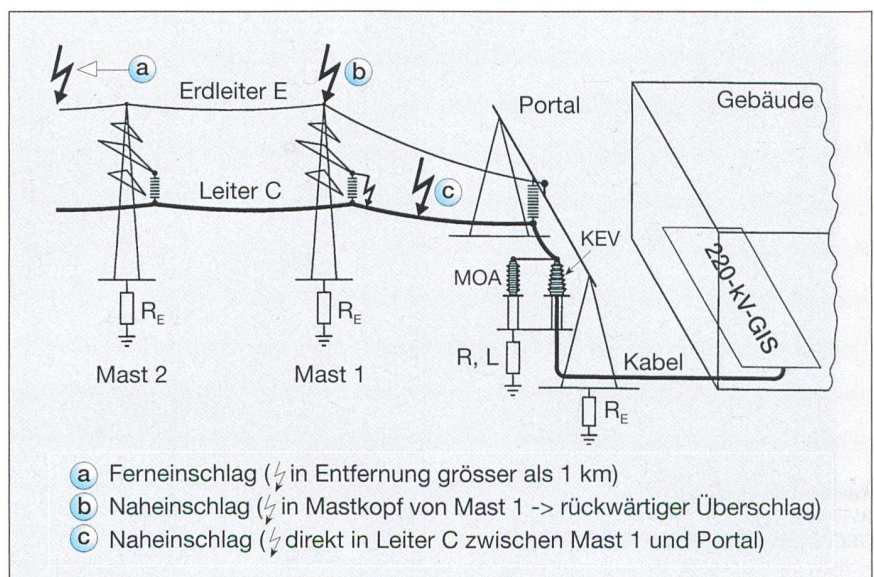


Bild 3 Simulation der Blitzeinschläge

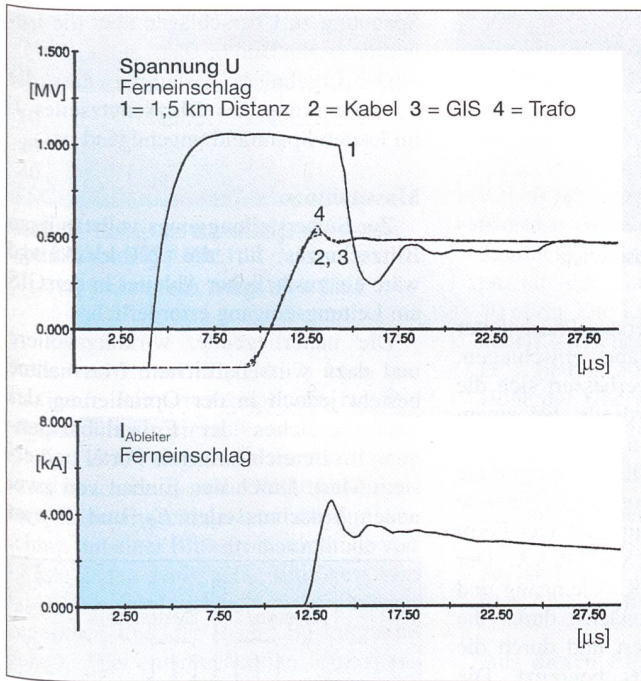


Bild 4 Ferneinschlag auf der Freileitung  
Entfernung von der Anlage grösser als 1 km

chenmodelle, zum Beispiel an die Modellierung der Leitung inklusive des Erdseils, der Masten, des Portals und der Ableiter. Ein weiteres Problem ist die Wahl realistischer Eingabeparameter, etwa der Blitzstromamplitude und -form, sowie die Modellierung des Überschlagsmechanismus der äusseren Isolation.

Die Untersuchung wurde mit Hilfe des Rechenprogrammes EMTP/ATP durch das Ingenieurbüro G. Köppl durchgeführt. Im besonderen wurde eine konkave Front der Blitzstromwelle anstatt eines einfachen linearen Anstiegs berücksichtigt [2]. Anstelle der statischen Durchschlagsspannungs-Zeit-Kennlinie, die im wesentlichen für den Standardblitzstoss 1,2/50  $\mu\text{s}$  gilt, wurde ein Leaderentladungsmodell angewendet [3]. Dieses Modell wird für Überschlüge der Freiluftisolation eingesetzt.

**Ergebnisse**

Die Ergebnisse der Simulationen sind in Tabelle I zusammengefasst.

Die höchsten Überspannungen treten in dieser Konfiguration jeweils am Transformator auf. Die kurze Kabelverbindung zur GIS (12 m) hat nur geringen Einfluss.

Der Ferneinschlag (Bild 4), der statistisch gesehen die häufigste Blitzbeanspruchung der Anlage darstellt, verursacht erwartungsgemäss von allen untersuchten Fällen die kleinsten Überspannungen. Die am Kabeingang vorgesehenen Ableiter begrenzen die Überspannungen auf Werte von rund 550 kV. Die Steilheit der einlaufenden Spannungswelle wird durch das angeschlossene Kabel (50 m) stark reduziert. Wegen der verringerten Steilheit ist der Ableiter für die gesamte Anlage wirksam. Es treten nur geringe Spannungsunterschiede

ausreichend, oder sind zusätzlich auch Ableiter am Trafo und/oder in der GIS erforderlich (Bild 1)?  
- Ist das Schutzniveau des gesetzten Ableiters ausreichend?

Steilheit der Welle wird durch den Koronaeffekt gemindert. Welche Auswirkungen ergeben sich in der Anlage?

Bei einem Naheinschlag müssen zwei Situationen unterschieden werden:

- Blitzeinschlag in Mast/Erdseil unmittelbar vor dem Übergang FL/Kabel. Hier besteht die Möglichkeit eines rückwärtigen Überschlages. Falls es dazu kommt, welche Folgen hat das?
- Direkter Blitzeinschlag in ein Leiterseil unmittelbar vor dem Übergang FL/Kabel (Schirmfehler). Welche Höhe der Blitzstromamplitude und welche Folgen ergeben sich?

Solche Blitzüberspannungssimulationen sind komplex und stellen hohe Anforderungen an die eingesetzten Re-

**Rechnerische Simulation der Blitzüberspannungen in der Anlage**

Zur Beantwortung der gestellten Fragen sind verschiedene Fälle von Blitzeinschlägen auf der vorgeschalteten Freileitung zu betrachten (Bild 3):

- Ferneinschlag: Einlaufende Blitzwellen werden von Blitzeinschlägen in die Leitung in grösserer Entfernung von der Anlage (> 1 km) verursacht. In diesem Fall wird die Überspannung durch die Freileitungsisolation begrenzt. Die

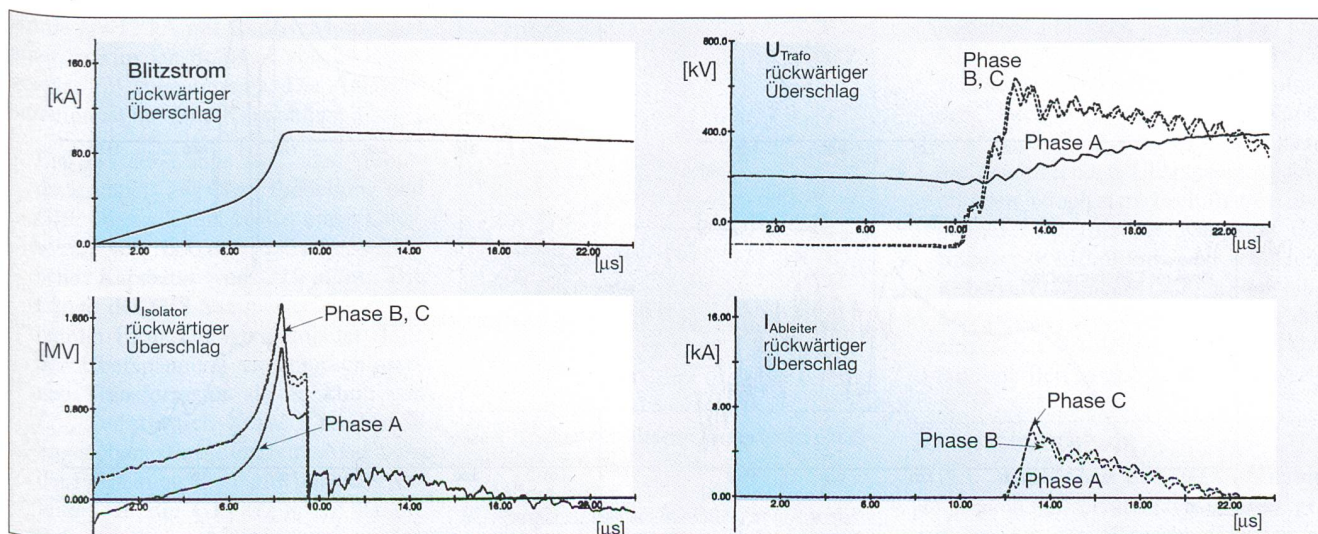


Bild 5 Blitzeinschlag in Mast 1

Fall	Schalter/Trenner offen/geschlossen	$\hat{U}$ [kV]		
		$U_{Kabel}$	$U_{GIS}$	$U_{Trafo}$
Direkteinschlag Leiter C ( $\hat{I}_{Blitz} = 12 \text{ kA}$ )	geschlossen	710	760	810
	offen	730	760	–
Koordinations-Blitzstehspannung		913	840	913

Tabelle II Berechnete Blitzüberspannungen in der 220-kV-Anlage mit verbessertem Erdseilschutz

zwischen Kabeleingang und Transformator auf.

Bild 5 stellt die Situation bei einem Einschlag in Mast 1 dar. Unter Annahme einer konkaven Blitzstromform wurde mit einer Blitzstromamplitude von  $\hat{I}_B = 100 \text{ kA}$  (5%-Wahrscheinlichkeit) gerechnet [2]. Wegen des hohen Mast-erdungswiderstandes sind rückwärtige Überschläge mit grosser Wahrscheinlichkeit möglich. Schon bei  $R_E = 20 \text{ Ohm}$  kommt es in zwei Phasen (B und C) zu einem rückwärtigen Überschlag über die Isolatoren. Der Überschlag tritt nicht im Spannungsmaximum auf (siehe Bild 5,  $U_{Isolator}$ ). Dies ist durch die Überschlagsentwicklung bedingt, die eine gewisse Zeit benötigt (Leaderentladungsmodell). Nach dem Überschlag ziehen steile Spannungswellen in die Anlage ein. Sie führen zu Überspannungen am Transformator von etwa 650 kV.

Direkteinschläge in den Phasenleiter C sind im letzten Spannfeld zwischen dem Portal und dem ersten Mast möglich. Aufgrund des elektromagnetischen Modells könnten Blitze mit Amplituden bis

zu 140 kA in den äussersten Phasenleiter (Phase C) in Portalnähe einschlagen. Gegen den Mast hin verbessert sich die Schirmwirkung des Erdseils; bei einem Phasenleitereinschlag in Mastnähe bleibt die grösstmögliche Blitzstromamplitude unter 17 kA. Bild 6 zeigt die Ergebnisse für einen Blitzstrom mit konkaver Form und einer Amplitude von 30 kA. Der Spannungsanstieg am Kabeleingang und Transformator wird zunächst durch die Kabelkapazität verzögert und durch die Wirkung des Ableiters begrenzt. Die Blitzstromwelle speist dann mit zunehmender Steilheit noch nach. Dies führt zu einem weiteren Spannungsanstieg am Kabeleingang, in der GIS und am Trafo und ebenso zu einem entsprechenden Anstieg des Ableiterstromes (ca. 30 kA). An der GIS und am Transformator treten Spannungsamplituden von 840 kV und 900 kV auf. Die Werte der Koordinationsstehspannung für GIS und Transformator werden somit bereits bei einer maximalen Blitzstromamplitude von ungefähr 30 kA erreicht. Am Mast, und verzögert auch am Portal, führt die hohe

Spannung zu Überschlägen über die Isolatoren (siehe Bild 6,  $U_{Isolator}$ ).

Die Ergebnisse bestätigen, dass die Schirmwirkung des Blitzschutzseiles  $E$  im letzten Spannfeld ungenügend ist.

### Massnahmen

Zur Sicherstellung eines vollständigen Blitzschutzes für die 220-kV-Anlage wäre ein zusätzlicher Ableiter in der GIS am Leitungseingang erforderlich.

Die näherliegende, wirkungsvollere und dazu wirtschaftlichere Massnahme besteht jedoch in der Optimierung des Schutzbereiches der Erdseilüberspannung im Bereich zwischen Portal und erstem Mast. Durch den Einbau von zwei neuen Erdschutzseilen  $E_{Z1}$  und  $E_{Z2}$  an

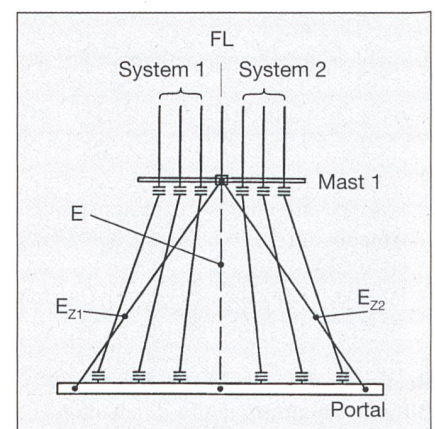


Bild 7 Verbesserung des Erdseilschutzes im letzten Spannfeld vor der Anlage

$E$  ursprüngliches Erdschutzseil;  $E_{Z1}$ ,  $E_{Z2}$  neue Erdschutzseile

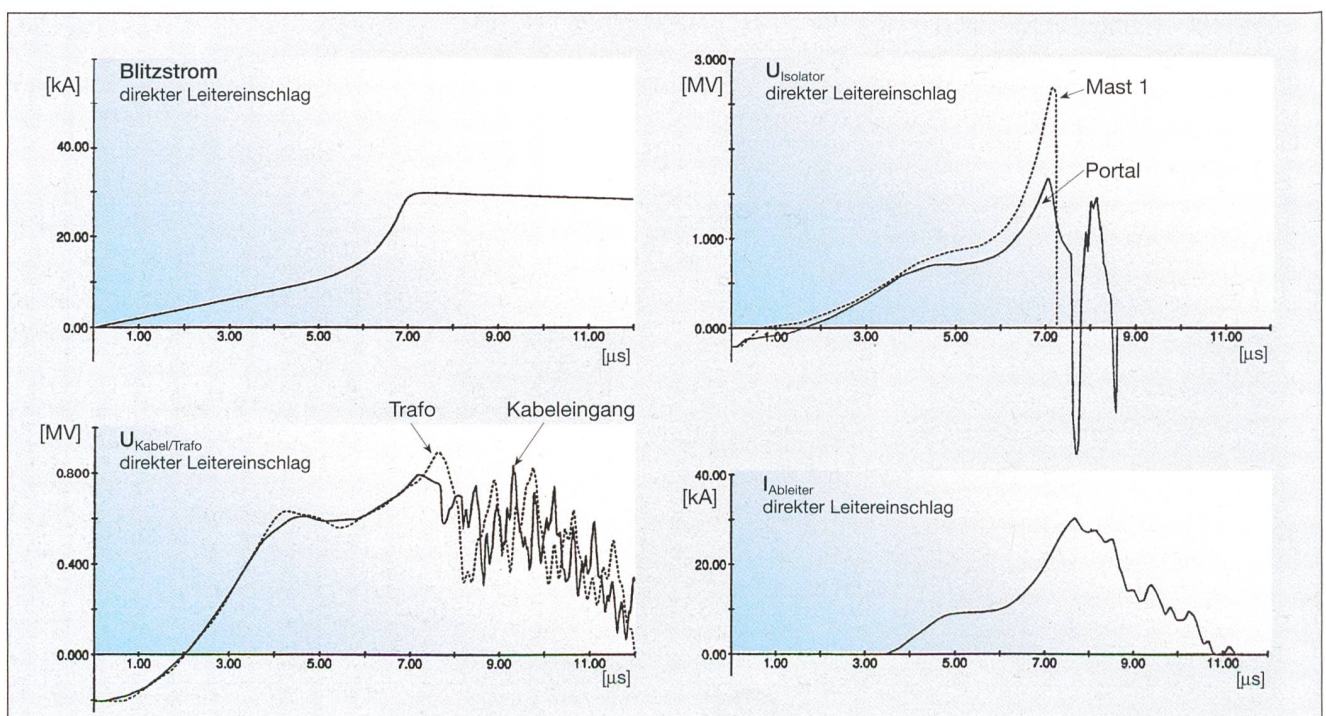


Bild 6 Direkteinschlag in Leiterseil der Phase C zwischen Portal und Mast 1

$R_E$ [ $\Omega$ ]	rückwärtiger Überschlag	$\hat{U}_{Trafo}$ [kV]
10	nein	–
20	ja	650
40	ja	770

Tabelle III Einfluss des Masterdungswiderstandes  $R_E$  bei Blitzeinschlag in Mast 1

$\hat{I}_B = 100$  kA, konkave Form, Anlage wie in Bild 2

Stelle von Erdseil  $E$  (Bild 7) kann die maximale Blitzstromamplitude bei Direkteneinschlag in einen Phasenleiter  $C$  auf  $\hat{I}_B = 6-17$  kA abgesenkt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Wahrscheinlichkeit eines Einschlags auf diesem Abschnitt mit einer Blitzstromamplitude von 17 kA gegen Null geht. Ein Wert von  $\hat{I}_B = 12$  kA wird deshalb als realistisch angesehen und der Rechnung zugrunde gelegt. Die entsprechenden Überspannungswerte sind in Tabelle II gezeigt.

Der Blitzschutz der 220-kV-Anlage ist mit dieser Massnahme gewährleistet. Der Einbau des Ableiters am Übergang FL/Kabel genügt. Das Schutzniveau des Ableiters ( $U_{pl} = 529$  kV) ist ausreichend.

### Einfluss verschiedener Parameter

Diese Ergebnisse gelten streng genommen nur für die in Bild 2 aufgezeigte Anlagensituation. Die Laufzeit der in die Anlage einlaufenden Welle, das heisst die Länge der angeschlossenen Kabel und die Ausdehnung der GIS, beeinflusst die in der Anlage auftretenden Überspannungen.

Daher wird nachfolgend der Einfluss verschiedener Anlagenparameter für den Fall des direkten Blitzeinschlages in Phasenleiter  $C$  zwischen Portal und Mast 1 näher untersucht. Als Blitzstrom wurde  $\hat{I}_B = 12$  kA mit konkaver Form und einer maximalen Steilheit von 24 kA/ $\mu$ s gemäss [2] angenommen. Die Anlagensituation ist aus Bild 8 ersichtlich.

- Einfluss der Länge  $L_{x, KI}$  des Verbindungskabels zwischen Freileitung und GIS: Dieses Kabel besitzt einen Querschnitt von 1600 mm<sup>2</sup> und eine spezifische Kapazität von 219 pF/m. Die Länge der GIS-Sammelschiene  $L_{x, GIS}$  beträgt 10 m. Die Änderung der Höhe der Überspannung am angeschlossenen Transformator als Funktion von  $L_{x, KI}$  wird durch Kurve 1 in Bild 8b angegeben. Bei direktem Anschluss der Freileitung und damit auch des Ableiters an die GIS ( $L_{x, KI} = 0$ ) ist die Schutzwirkung des Ableiters am besten. Die zu erwartende Überspannung

beträgt etwa 690 kV. Bei  $L_{x, KI} \approx 50$  m tritt die höchste Überspannung auf (810 kV). Mit weiter zunehmender Länge nimmt die Überspannung wieder leicht ab. Dies ist auf die sehr hohe spezifische Kapazität des eingesetzten Kabels zurückzuführen.

- Einfluss der Länge  $L_{x, GIS}$  der GIS-Sammelschiene: Die spezifische Kapazität der Sammelschiene beträgt 40 pF/m. Die Länge des Verbindungskabels zwischen Freileitung und GIS  $L_{x, KI}$  beträgt 50 m. Die Änderung der Höhe der Überspannung am Sammelschienenende als Funktion von  $L_{x, GIS}$  ist in Bild 8b, Kurve 2 gezeigt. Mit Zunahme der Sammelschienenlänge nimmt die Überspannung in dem untersuchten Längenbereich proportional zu. Ab  $L_{x, GIS} \approx 70$  m wäre ein zusätzlicher Ableiter in der GIS erforderlich.

Aus diesen Ergebnissen ist ein markanter Einfluss der jeweiligen Kapazität klar erkennbar. Die Überspannungsamplituden werden mit kleinerer spezifischer Kapazität der angeschlossenen Anlagenteile grösser.

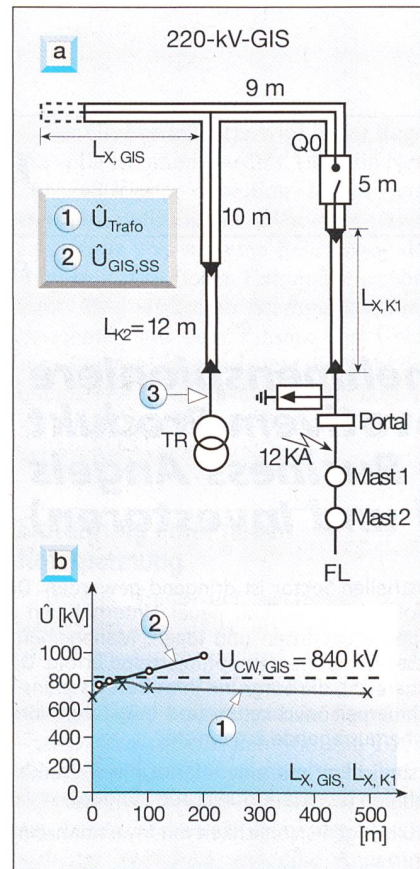


Bild 8 Einfluss verschiedener Parameter bei Direkteneinschlag

- a Anlagensituation
- b Überspannungen am Transformator und an der GIS-Sammelschiene: 1  $U_{Trafo}$  als Funktion von  $L_{x, KI}$ , 2  $U_{GIS, SS}$  als Funktion von  $L_{x, GIS}$

Für das Auftreten eines rückwärtigen Überschlages dagegen ist der Masterdungswiderstand  $R_E$  der letzten Freileitungsmasten vor der Anlage entscheidend. Tabelle III zeigt die Änderung der Überspannungen am angeschlossenen Transformator mit  $R_E$  für den Fall des Blitzeinschlages in den Mast 1. Die angegebenen Widerstandswerte sind Impuls- werte gemäss [3].

Aus Tabelle III ist ersichtlich, dass für  $R_E > 10$  Ohm das Auftreten rückwärtiger Überschlages möglich ist. Die resultierenden Überspannungen am angeschlossenen Transformator werden mit grösserem  $R_E$  ebenfalls grösser. Ein möglichst kleiner Erdungswiderstand ist für die letzten Masten vor der Anlage anzustreben.

### Kriterien für den Einsatz von Ableitern

Aufgrund der vorhergehenden Betrachtungen können nachfolgende Kriterien zum Einsatz von Ableitern empfohlen werden.

- In jedem Fall ist ein Ableiter in einem Freileitungsabgang zu setzen. Der optimale Einbauort wäre zwar in der Nähe des offenen Trenners/Schalters. Die kostengünstigere Lösung und heute anerkannte Praxis ist jedoch der Einbau des Ableiters in Freiluftaufstellung am Übergang FL/Kabel oder FL/GIS.
- Wenn die Ausdehnung der GIS klein ist (zum Beispiel Sammelschienen bis etwa 30 m) und der Abstand zwischen GIS und Transformator ebenfalls klein ist (nicht grösser als etwa 20 m), genügt im allgemeinen der Ableiter im FL-Abgang. Dies ist unter der Voraussetzung gültig, dass Schirmfehler im Nahbereich der Anlage verhindert werden.
- Kabelverbindungen zwischen FL und GIS oder GIS und Transformator reduzieren zwar die Steilheit der einlaufenden Überspannungswelle. Die Kapazität der angeschlossenen Kabel kann die resultierenden Überspannungsamplituden jedoch stark beeinflussen. Bei kleinerer spezifischer Kapazität des Kabels (< 150 pF/m) und längeren Kabelverbindungen (> 50 m) ist eine Überprüfung des Schutzbereiches des eingesetzten Ableiters durch eine detaillierte Berechnung empfehlenswert.

### Schlussbetrachtung

Der Blitzschutz einer gasisolierten Hochspannungsschaltanlage ist stets gemeinsam mit dem Blitzschutz der vorgelegerten Freileitung zu betrachten. Nur so

ist eine wirtschaftlich vernünftige Lösung zu erreichen.

Wenn Schirmfehler auf der Freileitung im Nahbereich der Anlage durch entsprechende konstruktive Massnahmen (optimierte Erdseilanordnung) verhindert

werden, wird der Blitzschutz einer GIS in den meisten Fällen allein durch das Setzen eines passenden Ableiters am Übergang Freileitung/Kabel oder Freileitung/GIS sichergestellt. Dies gilt auch für Transformatoren, die über kurze

Kabel- oder SF<sub>6</sub>-Rohrverbindungen an die Anlage angeschlossen sind.

Im Zweifelsfall ist eine detaillierte Berechnung der Überspannungssituation empfehlenswert. Wichtig dabei ist die Wahl realistischer Eingabeparameter. Die Verwendung einer konkaven Front der Blitzstromwelle und eines physikalischen Leaderentladungsmodells für den Überschlag der äusseren Isolation entspricht dem heutigen Erkenntnisstand.

## Utilisation des parafoudres dans les réseaux H.T.

La protection contre la foudre d'une installation de distribution isolée au SF<sub>6</sub> et des transformateurs y affectés n'est pas seulement une question de sécurité de l'installation, mais aussi de rentabilité, s'il faut que des parafoudres soient montés dans les installations isolées au SF<sub>6</sub>. Une étude détaillée de la situation sur le plan des surtensions de foudre agissant sur l'installation est donc souvent pertinente. Cet article montre à quel point les méthodes numériques peuvent être utilisées pour déterminer la nécessaire protection contre la foudre d'une installation de distribution 220 kV.

### Literatur

[1] IEC Publication 71-2: Insulation Coordination - Part 2, Application Guide, Third edition, December 1996.

[2] CIGRE WG 33.01: Guide to Procedures for Estimating the Lightning Performance of Transmission Lines, CIGRE brochure 63, October 1991.

[3] IEEE Fast Front Transients Task Force: Modeling Guidelines for Fast Front Transients, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 11, No. 1, January 1996.



## Initiative Start-ups ein Gemeinschaftsprojekt

Finanz- und Management-Plattform  
für Technologieunternehmen

### Gesucht: Unternehmenspioniere mit innovativem Produkt und erfahrene Business Angels (Götti und Investoren)

Die Schaffung neuer Wirtschaftskraft im industriellen Sektor ist dringend geworden. Die Zukunft des Industrieplatzes und Arbeitsmarktes Schweiz hängt zunehmend vom erfolgreichen Aufbau neuer Unternehmen ab. Dazu braucht es mutige Unternehmerpersönlichkeiten mit erstklassigen, marktfähigen Ergebnissen und Ideen, Managementenerfahrung, Beziehungen und ausreichende Startfinanzierung. Nur die Kombination all dieser Komponenten optimiert den Erfolg. Die Initiative Start-ups ist die Plattform, an der Neuunternehmer/innen (vorab im Technologiebereich), die aufgrund ihres Businessplans sorgfältig selektioniert wurden, sich und ihre Vorhaben eingeladenen, erfahrenen Unternehmerpersönlichkeiten und Investoren vorstellen. Daraus entstehende Partnerschaften bieten Chancen und sichern Kompetenzen für herausragende Ergebnisse.

**Neuunternehmer/in:** Sind Sie eine mutige Persönlichkeit mit einem innovativen Produkt oder einer Dienstleistung im Technologiebereich? Wollen Sie mit Ihrem jungen Unternehmen den Marktdurchbruch finden?

**Business Angel, Göttli/Investor:** Sind Sie eine tatkräftige Persönlichkeit mit Investitionsmöglichkeiten und/oder Unternehmererfahrung und Kontaktnetzen im In- und Ausland?

Dann freuen wir uns, Sie über die Initiative Start-ups zu informieren.

**Kontaktadressen:** Initiative Start-ups, c/o Stiftung Technopark Zürich, Technoparkstrasse 1, 8005 Zürich, Telefon 079 351 55 08 (nachmittags) oder Zentrale 01 445 10 10, Fax 056 427 11 54, Email hollens@etg.net.ch

Dr. Werner J. Borer, c/o SEV, Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf, Telefon 01 956 13 32 oder Zentrale 01 956 11 11, Fax 01 956 11 22  
Email werner.borer@sev.ch