

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 55 (1964)
Heft: 11

Artikel: Überspannungsableiter und Wahl der Isolationsniveaus
Autor: Christoffel, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916723>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

der Scheren-Drehmomente wie auch die Anschlüsse der unteren Stromzuführung untergebracht.

Das Dreibein stellt mit 2650 kV (Scheitelwert) Stoss und 1150 kV (Effektivwert) die Isolation gegen Erde her. Es bildet eine preisgünstige Kombination von notwendiger Isolierstrecke mit geforderter Umbruchkraft. Die Enden der einzelnen Isolatorsäulen sind mit Einstellgliedern versehen und ermöglichen einen vorspannungsfreien Zusammenbau auf das Traggestell. Vorspringende Teile von Scheren und Dreibein sowie das ganze Übertragungsgetriebe sind gegen Glimmen durch Verschaltung geschützt. Zur Erreichung einer günstigen Feldverteilung ist am Kopfe des Dreibeins ein Glimmring angebracht. Ein Handtrieb ermöglicht die Betätigung des Gerätes auch ohne Druckluft. Durch Auswahl der Werkstoffe und entsprechende Oberflächenbehandlung wurde Spannungskorrosion ausgeschlossen und die Wartung des ganzen Gerätes herabgesetzt. Der Trenner hat seine elektrischen und mechanischen Prüfungen sowie die Dauerprüfung erfolgreich bestanden.

3. Schlussfolgerungen

Für die Entwicklung von Trennern für 750 kV Betriebsspannung können die mit Trennern tieferer Spannung gewonnenen Erfahrungen über die Gestaltung der Stromübergänge und Kontakte übernommen werden. Viele mechanische Probleme sind extrapolierbar. Über die Eignung der verschiedenen Trennertypen für die Verwendung in 750-kV-Anlagen lässt sich beim gegenwärtigen Stand der Erfahrungen bestenfalls eine Prognose stellen. Es kann aber bereits jetzt festgestellt werden, dass Trenner mit geringen Einbaumassen durch die möglichen Verbilligungen an den Abspanngerüsten zu wirtschaftlicheren Lösungen führen.

Als Sammelschientrenner werden in erster Linie Scherentrenner oder Doppel-Schlagtrenner in Frage kommen, als Leitungstrenner hingegen Schlag- oder wiederum Doppel-Schlagtrenner.

Adresse des Autors:

W. Gaigg, Ingenieur, Sprecher & Schuh AG, Aarau.

Überspannungsableiter und Wahl der Isolationsniveaus

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 21. Januar 1964 in Zürich,

von M. Christoffel, Baden

621.316.933 : 621.315.051.2

Beim Entwurf von Höchstspannungsübertragungssystemen spielt die Wahl der Prüfspannungen eine äusserst wichtige technische und wirtschaftliche Rolle. Im folgenden Aufsatz wird deshalb das Hauptgewicht auf die Darlegung der Grundbegriffe der Isolationskoordination und auf die Wahl der Prüfspannungen für Höchstspannungsübertragungen gelegt. Anschliessend werden die Anforderungen an Überspannungsableiter beschrieben und am Schluss einige Ausführungsformen gezeigt.

Pour l'établissement des projets de systèmes de transport d'énergie électrique à très haute tension, le choix des tensions d'essais joue un rôle extrêmement important des points de vue technique et économique. L'auteur insiste tout particulièrement sur la représentation des notions fondamentales de la coordination de l'isolement et sur le choix des tensions d'essais pour ces systèmes. Il décrit ensuite les exigences posées aux parafoudres, dont il montre quelques exécutions.

Es hat sich heute eingebürgert, die Höhe der Prüfspannungen zu kennzeichnen durch den Scheitelwert der Spannung beim Vollstoss 1,2|50. Der Effektivwert der Prüfspannung bei Industriefrequenz ergibt sich dann durch Multiplikation mit einem Faktor, der bei allen Nennspannungen ungefähr 0,44 beträgt. Die wichtigsten Grössen, die die Isolationskoordination und damit die Wahl der Prüfspannungen bestimmen, sind in Tabelle I zusammengestellt.

U_a , die Nennspannung des Überspannungsableiters, ist diejenige Spannung, die dauernd zwischen den Ableiterklemmen liegen darf. Ein Überspannungsableiter hat ja nicht nur die Aufgabe, Überspannungen zu begrenzen und abzuleiten, er muss ausserdem den Folgestrom unterbrechen können. Da die Grösse des Folgestromes durch die Konzeption des Ableiters und die anliegende Spannung bestimmt ist, darf die Spannung am Ableiter auch kurzzeitig dessen Nennspannung nicht überschreiten.

Grundbegriffe der Isolationskoordination

Tabelle I

U_m = höchste verkettete Betriebsspannung	(Effektivwert)
U_a = Nennspannung des Überspannungsableiters	(Effektivwert)
\hat{N}_p = Schutzniveau	(Scheitelwert)
\hat{N}_t = Halteniveau	(Scheitelwert)
Daraus abgeleitet:	
$c_e = \frac{U_a}{U_m}$	= Erdungskoeffizient (Eigenschaft des Übertragungssystems)
$\hat{u}_p = \frac{\hat{N}_p}{U_a}$	= bezogenes Schutzniveau (Eigenschaft des Überspannungsableiters)
$c_i = \frac{\hat{N}_t}{\hat{N}_p}$	= Schutzverhältnis
$\hat{u}_t = \frac{\hat{N}_t}{U_m} = c_e \hat{u}_p c_i$	= bezogenes Halteniveau

U_m ist die höchste verkettete Betriebsspannung im normalen Betrieb.

Das Schutzniveau \hat{N}_p ist diejenige Spannung, auf die der Ableiter Überspannungen zu begrenzen vermag. Es ist üblicherweise charakterisiert durch den Maximalwert der 100-0/0-Ansprechspannung beim Stoss 1,2|50 und der Restspannung beim Nennableitstrom. Es ist ausdrücklich darauf aufmerksam zu machen, dass es für einen guten Schutz nicht genügt, einen Ableiter mit tiefen Ansprechspannungen zu verwenden. Die Restspannung, d. h. die während des Ableitvorganges am Ableiter anliegende Spannung, ist von gleicher Bedeutung. Das Halteniveau \hat{N}_t schliesslich ist gleich der Vollstossprüfspannung des Stationsmaterials.

Aus diesen 4 Ausgangsgrössen lassen sich die 4 bezogenen Grössen c_e , \hat{u}_p , c_i und \hat{u}_t ableiten.

Der Erdungskoeffizient:

$$c_e = \frac{U_a}{U_m}$$

ist eine Eigenschaft des Übertragungssystems. Im ungestörten Betrieb beträgt dieser Quotient höchstens $1/\sqrt{3} = 0,58$. In

isolierten oder über Löschspulen geerdeten Systemen ist $c_e = 1,0$ zu setzen, da bei einphasigem Erdschluss die gesunden Phasen verkettete Spannung gegen Erde annehmen können. Für starr geerdete Netze hat der Begriff des Erdungskoeffizienten im Laufe der letzten 10 Jahre einen gewissen Bedeutungswandel durchgemacht. Während man bei stark vermaschten Netzen nur die stationären Verhältnisse bei Erdkurzschlüssen in Betracht ziehen muss, wofür im wesentlichen das Verhältnis aus Nullreaktanz zu Mitreaktanz massgebend ist, muss man bei Höchstspannungssystemen mit grossen Übertragungslängen ohne Zwischenstationen auch die Verhältnisse bei Lastabwurf und gleichzeitigem Erdschluss berücksichtigen ¹⁾. Dank der Verwendung von Hochspannungsdrosselspulen gelingt es aber trotzdem, den Erdungskoeffizienten unter 1 zu halten.

Das bezogene Schutzniveau

$$\hat{u}_p = \frac{\hat{N}_p}{U_a}$$

ist eine Eigenschaft des Überspannungsableiters. Tiefes \hat{u}_p bedeutet tiefe Ansprechspannung und tiefe Restspannung.

Das Schutzverhältnis

$$c_i = \frac{\hat{N}_t}{\hat{N}_p}$$

charakterisiert die Abstufung zwischen der Prüfspannung des Materials und dem durch den Ableiter garantierten Schutzniveau. Die Empfehlungen der CEI erachten ein Schutzverhältnis von 1,2 als genügend. Im allgemeinen wird man aber doch eher einen etwas höheren Wert anstreben. Die Koordinationsregeln des SEV schreiben für die genormten Spannungsreihen durchweg ein Verhältnis von etwa 1,3 vor. Dieser Wert scheint dem Autor in der richtigen Grösse zu liegen.

Die entscheidende Grösse für die Festlegung der Prüfspannungen ist das bezogene Halteniveau:

$$\hat{u}_t = \frac{\hat{N}_t}{U_m} = c_e \hat{u}_p c_i$$

Dieses ergibt sich also aus der Multiplikation von Erdungskoeffizient, bezogenem Schutzniveau und Schutzverhältnis. Damit hängt es ab von den Eigenschaften des Übertragungssystems, den Eigenschaften des eingesetzten Überspannungsschutzes und schliesslich vom Schutzverhältnis.

Als Beispiel sei das schweizerische 420-kV-Netz, das ja im Laufe dieses Jahres in Betrieb kommen soll (das Material ist zum Teil schon seit Jahren geliefert), erwähnt. Die Angaben sind die folgenden:

$$\begin{aligned} U_m &= 420 \text{ kV}; & U_a &= 340 \text{ kV} \\ \hat{N}_p &= 1100 \text{ kV}; & \hat{N}_t &= 1550 \text{ kV} \\ c_e &= 0,81 \\ \hat{u}_p &= 3,24 \\ c_i &= 1,41 \\ \hat{u}_t &= 3,68 \end{aligned}$$

Der Erdungskoeffizient c_e beträgt also 0,81. In dieser Hinsicht liegen die Verhältnisse günstig. Das bezogene Schutzniveau hat den in den schweizerischen Koordinationsregeln vorgeschriebenen Wert 3,24. Teilweise kommen in diesem Netz Ableiter mit tieferem Schutzniveau zum Einsatz. Damit

¹⁾ Siehe auch Bull. SEV 55(1964)9, S. 424...429.

wird das Schutzverhältnis sogar noch grösser als 1,41. Diese Überlegungen zeigen, dass es durchaus möglich erscheint, ein 420-kV-Netz mit einem Halteniveau von höchstens 1300 kV betriebssicher zu betreiben.

Werte, wie sie für Höchstspannungsnetze heute realisierbar sind, können wie folgt zusammengefasst werden:

$$\begin{aligned} c_e &= 0,75 \dots 0,90 \\ \hat{u}_p &= 2,70 \\ c_i &= 1,30 \\ \hat{u}_t &= 2,63 \dots 3,16 \end{aligned}$$

Wie bereits erwähnt, kann der Erdungskoeffizient in gewissen Grenzen schwanken. Für das bezogene Schutzniveau haben wir einen Wert von 2,7 angesetzt, der sogar als konservativ betrachtet werden kann. Es gibt bereits Ableiter mit tieferem Schutzniveau auf dem Markt. Wird die Isolationskoordination des ganzen Übertragungssystems sorgfältig geplant, so wird für das Schutzverhältnis ein Wert von 1,3 immer ausreichen. Aus diesen Annahmen resultieren mögliche bezogene Halteniveaus von 2,63...3,16. Zahlenmässig bedeutet dies für ein 525-kV-Netz Vollstossprüfspannungen im Bereich zwischen 1400 und 1650 kV, für ein 750-kV-Netz von 2000...2400 kV. Die zuzuordnenden Prüfspannungen bei Industriefrequenz betragen dann ungefähr 610...720 bzw. 880...1050 kV (Effektivwerte).

Wie sieht nun die Wirklichkeit aus? Fig. 1 zeigt die bezogene Haltespannung in Funktion der höchsten verketteten Betriebsspannung. Die 3 ausgezogenen Kurven stellen die Werte gemäss den geltenden Empfehlungen der CEI für volle und reduzierte Isolation dar. Die mit Jahreszahlen versehenen Punkte beziehen sich auf verschiedene Höchstspannungsnetze, wobei die Jahreszahl das Datum der bereits erfolgten oder erst bevorstehenden Inbetriebnahme angibt. Auffallend ist der grosse Schwankungsbereich. Für die erste 420-kV-Übertragung in Schweden 1952 wurden sehr hohe Prüfspannungen gewählt. Dafür gibt es 3 Gründe. Erstens musste wegen

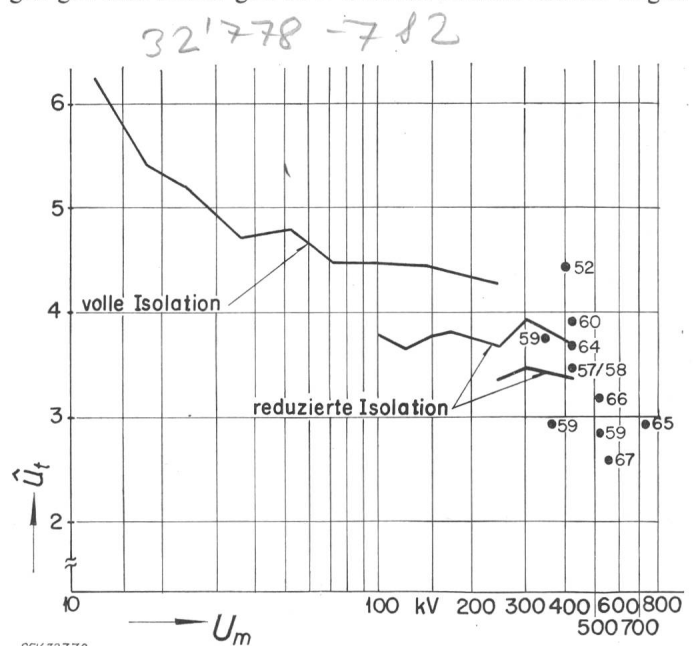


Fig. 1
Bezogenes Halteniveau \hat{u}_t in Funktion der höchsten verketteten Betriebsspannung U_m
Spannungsreihen gemäss CEI und Beispiele von Höchstspannungsübertragungen. Die Zahlen bedeuten das Jahr der erfolgten oder bevorstehenden Inbetriebsetzung

der langen Übertragungsleitungen der Erdungskoeffizient hoch angesetzt werden; zweitens stand damals noch kein Ableiter mit den heute möglichen Schutzniveaus zur Verfügung, und drittens lagen damals noch keine Erfahrungen mit dem Betrieb von Höchstspannungssystemen vor. Wesentlich tiefer liegen die Werte für das finnische, für das schweizerische und schliesslich für das deutsche und französische 420-kV-System. Für noch höhere Spannungen sind Werte für 4 Systeme eingezeichnet, von denen eines im Betrieb, 3 im Bau sind. Am tiefsten liegt die amerikanische 550-kV-Übertragung mit einem bezogenen Halteniveau von nur 2,59.

Man kann sich nun die Frage stellen, ob es zweckmässig ist, für sämtliches Stationsmaterial gleiche Prüfspannungen zu verlangen. Eine Ausnahme machen ganz bestimmt die offenen Trennstrecken von Trennern. Für diese verlangen schon die geltenden Regeln und Empfehlungen um ungefähr 15 % höhere Stossprüfspannungen. Auf das auf der Leitungsseite des Leitungsschalters angeordnete Material komme ich später zurück.

Alle bisherigen Überlegungen beruhen auf der Voraussetzung, dass für den Überspannungsschutz hochwertige Ableiter eingesetzt werden. Die bekannten Nachteile von Schutzfunkenstrecken machen sich mit wachsender Spannung immer stärker bemerkbar. Jedes Ansprechen einer Funkenstrecke bedeutet einen einphasigen Erdkurzschluss. Gemäss neuerer, hauptsächlich im Rahmen der CIGRE durchgeführten Untersuchungen sind bei Funkenstrecken grosser Schlagweiten speziell im Bereich mittelfrequenter Überspannungen derart grosse Streuungen zu erwarten, dass man Schutzfunkenstrecken als Überspannungsschutz von vornherein ausschliessen muss.

Wo sollen die Ableiter angeordnet werden? Gemäss bewährter Praxis wird man am besten die Ableiter in der Nähe der Phasendurchführungen jedes Transformators aufstellen. Damit ist aber in den weitaus meisten Fällen auch die ganze Station genügend geschützt. Die viel diskutierte Frage des sog. Schutzbereiches ist nämlich bei hohen Spannungen weniger kritisch. Dies erklärt sich daraus, dass die mögliche Steilheit einlaufender Überspannungswellen eine natürliche obere Grenze besitzt, die in der Gegend von 1000 kV/ μ s liegen dürfte. Ist das zu schützende Objekt in einiger Entfernung vom Ableiter angeordnet, so ist gegenüber der Begrenzungsspannung des Ableiters eine sehr kurzzeitige Spannungserhöhung beim Objekt möglich. Amplitude und Dauer dieser Erhöhung hängen im wesentlichen vom Abstand Objekt—Ableiter und von der Steilheit der einlaufenden Welle ab. Mit steigender Nennspannung des Übertragungssystems werden diese Spannungserhöhungen verhältnismässig immer unbedeutender.

Sehr wichtig ist die Frage, wie das Stationsmaterial auf der Leitungsseite des Leitungsschalters geschützt werden soll. Es handelt sich hauptsächlich um den Schalter selbst, die Messwandler und die Kompensationsdrosselspulen. Ist der Leitungsschalter geöffnet, so kann der Ableiter beim Transformator dieses Material nicht schützen. Eine unter allen Umständen betriebssichere Lösung ist an sich nur mit dem Einbau eines weiteren Ableitersatzes zu erreichen. Es muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob diese Lösung wirtschaftlich zu verantworten ist. Unumgänglich ist der Ableiterschutz auf der Leitungsseite sicher dann,

wenn am betreffenden Leitungsanfang Hochspannungsreaktoren angeordnet sind. Es ist nun aber durchaus denkbar, dass auf der Leitungsseite der Erdungskoeffizient höher angesetzt werden muss als für die Station selbst, mit Rücksicht auf die betriebsfrequenten Spannungserhöhungen am Ende einer leerlaufenden Leitung. Dies führt zu einer höheren Nennspannung für den Ableiter und schliesslich zu einer höheren Haltespannung für das Material. Aus diesem Grunde mussten in der bereits erwähnten 550-kV-Übertragung in den USA die Prüfspannungen für Schalter, Wandler und Hochspannungsreaktoren ungefähr 10 % höher angesetzt werden als für das Material im Schutzbereich des Transformatorableiters. Bei der kanadischen 735-kV-Übertragung wurde die Nennspannung der Ableiter bei den Hochspannungsdrosselspulen um 8 % höher angesetzt als diejenige der Transformatorableiter.

Welchen Anforderungen muss ein Überspannungsableiter für Höchstspannungsnetze genügen? In erster Linie ist das tiefe Schutzniveau, d. h. tiefe Ansprechspannungen und tiefe Restspannungen zu erwähnen. Die Überlegungen zu Anfang des Aufsatzes beruhen bereits auf der Annahme, dass bestmögliche Ableiter verwendet werden. Diese Forderung wird noch dadurch verschärft, dass es Mode zu werden scheint, für Höchstspannungsableiter einen Nennableitstrom von 20 kA vorzuschreiben. Begründet wird diese Forderung mit dem tiefen Wellenwiderstand von Höchstspannungsleitungen. Es ist aber nicht einzusehen, wieso man auf Grund eines um höchstens 20...30 % niedrigeren Wellenwiderstandes den Nennableitstrom gerade um 100 % erhöhen soll; eine Erhöhung auf mehr als 15 kA lässt sich technisch sicher nicht rechtfertigen. Bei den Ansprechspannungen tritt die Wichtigkeit der Stossansprechspannung beim genormten Stoss 1,2|50 gegenüber dem Verhalten bei mittelfrequenten Überspannungen zurück. Hier muss aber mit allem Nachdruck darauf hingewiesen werden, dass dies Gebiet sich erst heute in voller Erforschung befindet, auch was die Isolationsfestigkeit des Stationsmaterials gegenüber Schaltüberspannungen betrifft. Nicht nur sind die möglichen Spannungsformen bei mittelfrequenten Überspannungen sehr mannigfaltig, auch die experimentelle Untersuchung des Ansprechverhaltens von Ableitern stellt erhebliche Anforderungen. Normale Stossgeneratoren müssen weitgehend umgebaut werden, um Spannungsformen von beispielsweise der Form 500/3000 zu erzielen.

Wenn auch mit Sicherheit anzunehmen ist, dass in Höchstspannungsnetzen immer rückzündungsfreie Schalter eingesetzt werden, so muss trotzdem mit verhältnismässig häufigem Ansprechen der Ableiter gerechnet werden. Die Frage der grossen Löschsicherheit gewinnt dadurch an Bedeutung.

Gemäss den geltenden Regeln muss ein Überspannungsableiter die sog. Langwellenprüfung bestehen. Für normale

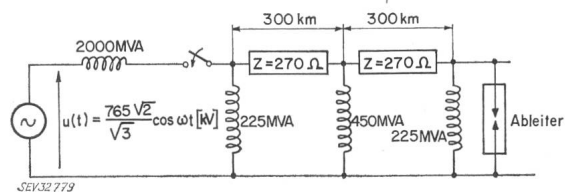


Fig. 2

Schema für die Untersuchung der Einschaltung einer 600 km langen 750-kV-Leitung mit Parallelkompensation

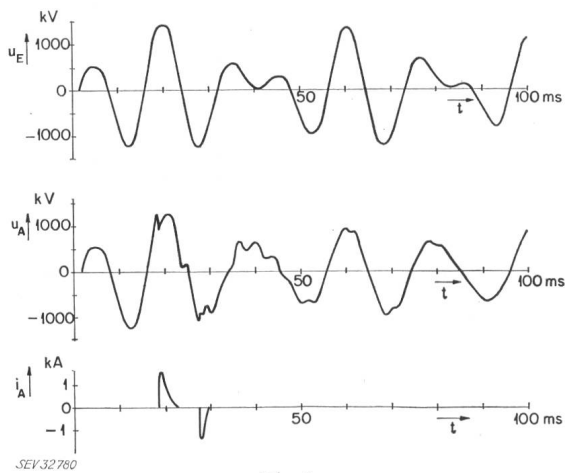


Fig. 3

Gerechnete Spannungs- und Stromverläufe für das Schema nach Fig. 2
 u_E Spannung am Ende der Leitung bei Abwesenheit des Überspannungsableiters; u_A Spannung am Ende der Leitung bei Anwesenheit des Überspannungsableiters; i_A Strom im Ableiter

Hochspannungsableiter ist eine Rechteckwelle der Amplitude 150 A und der Dauer 2000 μ s genormt. Der Versuch ist 20mal hintereinander in kurzen zeitlichen Abständen durchzuführen. Diese Prüfung bildet ein mehr oder weniger gutes Mass für die Energieaufnahmefähigkeit des Ableiters. Für Höchstspannungsableiter werden aber diese Anforderungen um ein Vielfaches verschärft. Man spricht heute von Langwellenströmen in der Grössenordnung von 1000 A.

Ein gerechnetes Beispiel möge die ganze Problematik zeigen. Es handelt sich um einen für den Ableiter sehr ungünstigen Fall. Fig. 2 zeigt ein Schema der untersuchten Anordnung. Ein schwaches Netz von nur 2000 MVA Kurzschlussleistung an den Klemmen des Speisetransformators speist eine 600 km lange leerlaufende Übertragungsleitung. Die Leitung ist mit Hochspannungsreaktoren am Anfang, in der Mitte und am Ende zu 75 % kompensiert. Sie wird bei starker Erregung der Generatoren eingeschaltet. Es stellt sich die Frage, wie der Ableiter am Leitungsende beansprucht wird. Fig. 3 zeigt oben den gerechneten Verlauf der Spannung am Ende der Leitung für den Fall, dass kein Ableiter vorhanden ist. Diese Spannung erreicht im Maximum 1500 kV. Auf der mittleren Kurve sieht man den Verlauf der Spannung, wie er durch die Aktion des Ableiters modifiziert wird, und auf der untersten Kurve den durch den Ableiter fließenden Strom. Die Grösse und Dauer dieses Stromes hängen nun ganz wesentlich von den Eigenschaften des Ableiters ab, und zwar nicht nur von der Ansprechspannung, sondern auch von der Restspannungscharakteristik. Im gezeigten Beispiel wurde ferner angenommen, dass es sich um einen Ableiter mit magnetischer Blasing

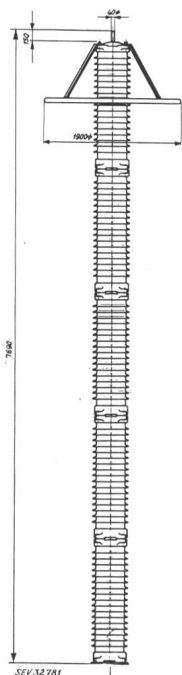
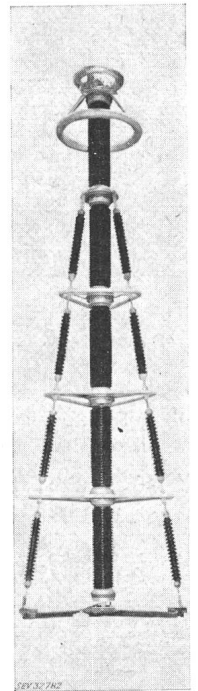


Fig. 4

Überspannungsableiter BHF 719
 Nennspannung 636 kV; Nennableitstrom 20 kA, Welle 8|20; Schutzniveau \leq 1600 kV; Ansprechspannung \geq 950 kV (Effektivwert), 50 Hz; Grenzableitvermögen 150 kA; Langzeitableitvermögen 1000 A, 2000 μ s

Fig. 5
Überspannungsableiter HKF dpv 665-15-1000
 Nennspannung 665 kV; Nennableitstrom 15 kA, Welle 8|20; Schutzniveau \leq 1750 kV; Ansprechspannung \geq 850 kV (Effektivwert), 50 Hz; Grenzableitvermögen 100 kA; Langzeitableitvermögen 1000 A, 2000 μ s; Ansprechspannung bei flacher Front (3 kV/ μ s) \leq 1650 kV; Bauhöhe 8400 mm



und Lichtbogenverlängerung handelt. Die Lichtbogenspannung wirkt als Gegenspannung zur treibenden Spannung und vermag die Beanspruchung des Ableiters fühlbar herabzusetzen. In diesem Beispiel spricht der Ableiter 2mal an und löscht ebenso oft. Ob er noch öfters anspricht, hängt von der Wiederzündspannung ab. Die im Ableiter umgesetzte Energie liegt in der gleichen Grössenordnung wie beim Langwellenstoss mit 1000 A. Wie sich ein Ableiter unter solchen und ähnlichen Bedingungen verhält, ist experimentell noch wenig erforscht.

Zum Abschluss sollen noch einige Ausführungsbeispiele gezeigt werden. Fig. 4 zeigt einen Ableiter der Sprecher & Schuh AG. Es handelt sich um eine Neuentwicklung des Typs BHF7. Der Ableiter ist ohne seitliche Abspannungen aufgestellt. Die Nennspannung beträgt 636 kV, das bezogene Halteniveau 2,5 bei einem Nennableitstrom von 20 kA. Die Langwellenfestigkeit wird mit 1000 A, 2000 μ s angegeben. Die innere Anordnung wurde entsprechend den bisherigen Typen mit einer gemischt ohmschen-kapazitiven Steuerung in Sandwich-Anordnung festgesetzt.

Fig. 5 zeigt einen Überspannungsableiter von Brown Boveri. Die Nennspannung beträgt 665 kV, das bezogene Halteniveau etwa 2,6 bei einem Nennableitstrom von 15 kA, die Langwellenfestigkeit 1000 A, 2000 μ s. Es handelt sich um den Ableiter Typ HKF, der heute bereits in Hochspannungsnetzen bis zu 420 kV höchster Betriebsspannung eingesetzt ist. Die Ableitersäule wird durch 3 Ketten von Langstabilisatoren abgespannt. Es wurde eine kombinierte mechanische Beanspruchung zu Grunde gelegt, herrührend von 300 kg Seilzug am Kopf und von Windkräften bei einer Windgeschwindigkeit von 50 m/s. Die Ableitersäule ruht frei von Biegemomenten auf einer Kugel aus keramischem Isoliermaterial. Diese bildet gleichzeitig die für den Betrieb des Ansprechzählers notwendige Zwischenisolation.

Schlussfolgerungen

1. Die Isolationskoordination für ein Höchstspannungsübertragungssystem muss als Ganzes sorgfältig geplant werden.
2. Es ist möglich, für Übertragungssysteme bis 750 kV höchster Betriebsspannung Halteniveaus für das Stationsmaterial festzulegen, die technisch verwirklicht werden können.
3. Die schweizerische Industrie ist schon heute in der Lage, Überspannungsableiter zu liefern, die den beschriebenen hohen Anforderungen genügen.

Adresse des Autors:

Dr. phil. M. Christoffel, Abteilungsvorstand, AG Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).