

Isoliertraversen für Höchstspannungsleitungen : Überblick

Autor(en): **Krumm, B.**

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): **67 (1976)**

Heft 6

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915132>

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.



Isoliertraversen für Höchstspannungsleitungen

621.315.1.027.3 : 621.315.62

In einem einführenden Aufsatz werden zuerst allgemeine Aspekte erläutert: Auswirkungen auf Mast- und Fundament-Dimensionierung, Montage, Betriebsverhalten und Kostenvergleich. Anschliessend folgen Aufsätze über spezifische Probleme: die elektrische und die mechanische Dimensionierung, die Art und Anordnung des Lichtbogenschutzes, sowie Berechnungen zum dynamischen Verhalten bei Lastabwurf und Leiterbruch. Den Abschluss bildet ein Bericht über Versuche betreffend Lastabwurf und Leiterbruch.

Tout d'abord, les aspects généraux sont décrits: répercussions sur le dimensionnement des pylônes et des fondations, montage, comportement en service et comparaison des coûts. Des problèmes spécifiques sont ensuite traités: dimensionnement électrique et mécanique, genre et disposition de la protection contre les arcs, calcul du comportement dynamique lors d'une décharge brusque et de la rupture de conducteurs. Pour terminer, un rapport est présenté sur des essais de décharge brusque et de rupture de conducteurs.

Überblick

von B. Krumm

1. Einleitung

Unter einer Isoliertraverse (IT) versteht man ein Bauelement einer Hoch- oder Höchstspannungsfreileitung, das als Kombination von Mastausleger und Isolation bezeichnet werden kann. Bei der konventionellen Bauart sind die unter Spannung stehenden Leiterseile an Isolatorenketten an den Mastauslegern aufgehängt oder abgespannt. Die technische Entwicklung im Isolatorenbau, im speziellen die Fertigung von Langstabisolatoren grosser Baulängen mit hoher mechanischer Bruchfestigkeit, bietet die Möglichkeit, die Mastenausleger aus Isolationsmaterial zu konzipieren und die Leiterseile direkt an den Auslegerspitzen anzubringen (Fig. 1). Ein gewichtiger Grund für IT ist die Forderung nach möglichst schmalen Leitungstrassees. Eine spezielle Anwendungsmöglichkeit findet die IT ferner beim Umbau von Übertragungsleitungen auf eine höhere Spannungsebene ohne Trasseeverbreiterung.

Im Ausland sind Isoliertraversen im Hochspannungsfreileitungsbau seit einigen Jahren bekannt. So wurden in Japan, Australien, den USA, Italien und Deutschland bereits Leitungen oder Leitungsabschnitte mit Isoliertraversen bis zu einer Spannung von 380 kV bestückt.

Die Vorteile in bezug auf den Platzbedarf veranlassten denn auch verschiedene schweizerische Unternehmungen, gründliche theoretische Untersuchungen und Versuche durchzuführen, um die Eignung unter den spezifisch schweizerischen Verhältnissen bezüglich Topographie, Klima, Vorschriften usw. abzuklären. Da die Isolatoren bekannterweise die schwächsten Glieder der Freileitungen sind, bestehen gegenüber einer Vermehrung derselben eine seitens der Elektrizitätsunternehmungen verständliche Zurückhaltung.

2. Anwendungsmöglichkeiten

Die einfachste Form des Isolationsauslegers oder der Isoliertraverse als Stützisolator ist in der Schweiz weitverbreitet. Auf Holz- oder Betonmasten werden Stützisolatoren in vertikaler und horizontaler Lage zur direkten Befestigung der stromführenden Leiterseile verwendet. Diese Ausführungen sind jedoch auf Höchstspannungen bis 100 kV beschränkt, da die elektrischen und mechanischen Dimensionierungen darüber unverhältnismässig wären.

Aus Gründen der Sicherheit wird der für Höchstspannungsfreileitungen geeignete Isolationsausleger mit Ober- und Untergurte aus Kunststoff oder Porzellan wahrscheinlich nur dort zur Anwendung kommen, wo die Leitungstrassebreite beschränkt ist. Die Ursache für solche Trasse-Engpässe können bestehende Waldschneisen, überbaute Gebiete, Parallelführungen verschiedener Übertragungsleitungen oder Umbauten von bestehenden Leitungen auf höhere Spannungen sein. Die wirtschaftlichen Vorteile der Isoliertraversen, kleineres Mastkopfbild, geringere Mastbelastungen, Mastgewichteinsparung, eventuell günstigere Fundationen, werden wahrscheinlich erst an zweiter Stelle berücksichtigt werden, da die konventionelle Leitungsbauart mit Stahlauslegern sich ästhetisch, betrieblich und sicherheitsmässig gut bewährt.

Fig. 2 zeigt ein konkretes Anwendungsbeispiel: Eine bestehende 150-kV-Gittermastenleitung führt an die Peripherie eines grösseren Verbraucherzentrums; die Überbauungen sind an die ca. 40jährige Freileitung herangewachsen. Beim Umbau dieser Leitung auf 380 kV besteht die Möglichkeit, entweder ein längeres Leitungsteilstück mit 380-kV-Kabelleitungen auszurüsten oder die vorgesehene Transforma-

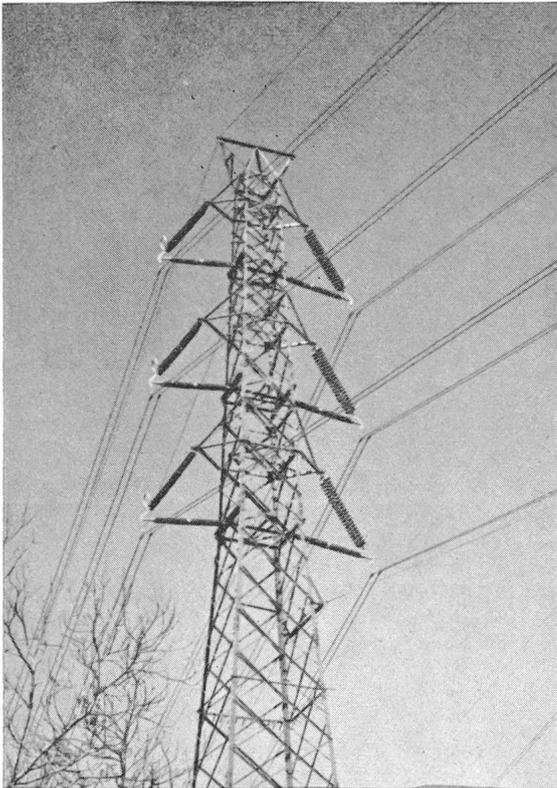


Fig. 1 Mastkopf mit Isoliertraversen

tionsanlage weiter vom Verbraucherzentrum entfernt aufzustellen und mit Kabelleitungen niedriger Spannung in die Stadt hineinzufahren oder aber die Freileitung ohne Trasseverbreiterung umzubauen. Wegen der bekannten Problematik der Höchstspannungskabel stellt der Leitungsumbau mit IT eine echte Alternative zur Lösung dieses Problems dar. Im konkreten Fall sollen jedoch nur die Tragmasten mit Isolationsauslegern ausgerüstet werden.

3. Kostenvergleich

Die Auswirkungen der IT auf die Masten- und Fundamentdimensionierungen können bis heute nur theoretisch ermittelt werden; sicher ist mit einer Kosteneinsparung zu rechnen. Der Preisvergleich IT und konventionelle Traghängeketten-Isolation fällt dagegen zuungunsten der Isoliertraverse aus, da die Isolatoren der Obergurte der Traverse einer normalen Tragabhängung entsprechen und die Stützisolatoren des Druck- oder Untergurtes zusätzlich Isolationskosten verursachen.

Tabelle I zeigt einen vereinfachten Preisvergleich für die in Fig. 2 gegenübergestellten 380-kV-Masten. IT-Maste ergeben somit eine nicht unbeachtliche Kostensenkung in der Grössenordnung von 10 %.

Vergleich von 380-kV-Masten konventioneller und mit IT-Bauart

Tabelle I

	380 kV Normal-Mast	380 kV IT-Mast
Mastgewicht	13,4 t	11,1 t
Mastkosten, fertig montiert	Fr. 48 800.-	Fr. 40 500.-
Fundation	Fr. 20 500.-	Fr. 18 200.-
Isolation	Fr. 9 400.-	Fr. 12 000.-
Erstellungskosten total	Fr. 78 700.-	Fr. 70 700.-

Dazu kommen noch die Vorteile der geringeren Trassebreite. In der Schweiz werden im Normalfall die Durchleitungsrechte für Freileitungen mit der Abgeltung einer Maststandortentschädigung und einer Überleitungsentschädigung

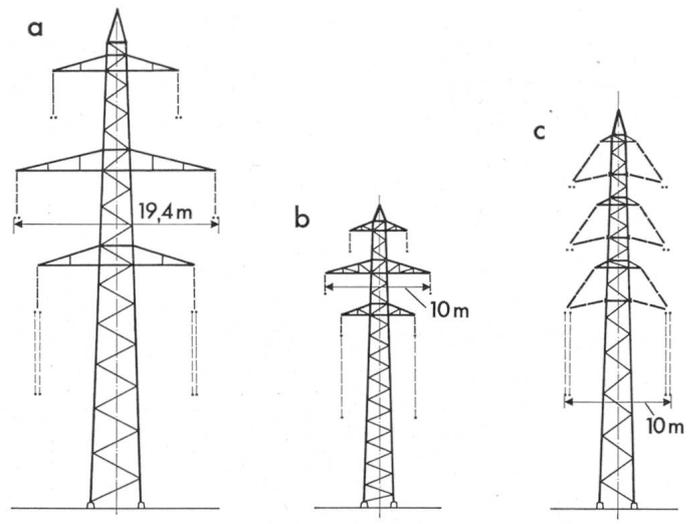


Fig. 2 Mastbilder

- a konventioneller Mast
- b bestehender 150-kV-Mast
- c 380-kV-Mast mit Isoliertraversen

pro Laufmeter Leitungslänge erworben; d. h., die Trassebreite spielt für die Überleitungsentschädigung eine sekundäre Rolle. Anders verhält es sich bei eventuell notwendigen Bauverbots- oder Baubeschränkungsentschädigungen. Diese werden meist auf Grund der beanspruchten Trassefläche in Relation mit der durch die Leitung verursachten Inkonvenienz berechnet.

4. Montage von Isoliertraversen

Bei der Montage von Masten mit Isoliertraversen ist der Sorgfalt besondere Beachtung zu schenken, da der Anteil an Porzellan pro Mast doch rund doppelt so gross ist wie bei den Masten mit Stahlauslegern.

Im heutigen Freileitungsbau werden die Stahlausleger am Boden zusammenmontiert und am Mastschaft hochgezogen. Bei den Tragmasten werden in den meisten Fällen beim Aufziehen auch die Isolationsketten und die Seilzugrollen an den Auslegern befestigt. Ähnlich dürfte es sich bei der Montage von Isoliertraversen verhalten. Die Isolatoren werden am Boden zusammengestellt und die V-Öffnung der Traverse mit einer einfachen Lehre fixiert. Beim Hochziehen, beim Befestigen am Mastschaft und bei der Montage der Seilzugrollen ist genau darauf zu achten, dass die Einzelelemente der Isoliertraverse keiner unvorhergesehenen Beanspruchung ausgesetzt werden. Mechanische Beschädigungen, verursacht durch Montagewerkzeuge an der Isolieroberfläche, würden ein Auswechseln des defekten Isolatorelementes bedingen, da Kerbwirkungsschäden für Porzellankörper ausserordentlich schwerwiegend sind.

Eine Fixierung der IT während dem Seilzug ist im allgemeinen nicht notwendig, weil sich durch die Anordnung der Traverse am Mast Rückstellkräfte ergeben, die eine gewisse Stabilisierung der IT in die gewünschte Lage verursachen.

5. Betriebsverhalten

Über das Betriebsverhalten von IT ist bis heute wenig veröffentlicht oder bekanntgeworden. Die Topographie, das Klima und die witterungsbedingten Beanspruchungen dürften in Gebirgszonen eine Verwendung von IT zum Teil ausschliessen. Im Flachland und in Siedlungsräumen dagegen, wo schmale Leitungstrassees speziell erwünscht sind, kann von der mechanischen Belastung her der IT sicher kein Vorurteil entgegengebracht werden. Wenn nicht mit minimalen Dimensionierungen gearbeitet wird, dürfte auch die elektrische Betriebssicherheit kein Problem darstellen.

Für den Unterhalt an den IT sind die gleichen Überwachungen und Arbeiten notwendig wie bei den Trag- und Abspannketten der herkömmlichen Bauart. Es müssen eventuell einzelne Isolierelemente oder Armaturen ausgewechselt werden, wenn die Verschmutzungsprobleme dies erfordern oder wenn durch elektrische Überschläge starke Brandspuren verursacht wurden.

Dimensionierung von Isoliertraversen

Von B. Staub

1. Allgemeines

Isoliertraversen (IT) sind ein Teil einer Freileitung oder einer elektrischen Anlage und müssen als solche mindestens den Anforderungen genügen, welche in nationalen oder internationalen Vorschriften umschrieben sind. In der Schweiz ist dies die Eidgenössische Starkstromverordnung [1]¹⁾. Aufgrund dieser Verordnung muss eine IT einerseits den elektrischen Forderungen gemäss SEV-Publ. 4002 [2] genügen und andererseits bezüglich den mechanischen Werten der Verordnung selbst entsprechen.

Der Vorgang der Bestimmung der IT mit allen zu berücksichtigenden Elementen ist im Blockschema Fig. 1 dargestellt.

Nebenbei sei erwähnt, dass der Gesetzgeber nichts über die Farbe der Isolatoren aussagt. Die Isolatoren haben deshalb im Laufe der Zeit verschiedene Farben aufgewiesen (Fig. 2).

2. Elektrische Auslegung

Für die elektrische Auslegung sind die Spannungsprüfungen massgebend (Tabelle I). Die Stosshaltespannung bestimmt in den meisten Fällen die Länge von Isolieranordnungen. Dazu folgt aus der 50-Hz-Haltespannung (berechnet) die Schirmanzahl bzw. zusätzlich die Schirmform. In Fällen von stark verschmutzter Atmosphäre muss die Schirmanzahl erhöht oder eine Sonderschirmform gewählt werden. Dies ist in der Schweiz glücklicherweise immer noch die Ausnahme.

Die CEI-Publ. 433 [3] gibt für Langstabbketten einen linearen Zusammenhang zwischen Stichmass bzw. Schlagweite und Stosshaltespannung an (Fig. 3). Die Versuchsergebnisse zeigen, dass bei IT, wie übrigens auch bei V-Ketten, ein ähnlicher Zusammenhang besteht (Fig. 4); die Werte liegen jedoch merklich tiefer als bei klassischen Langstabbketten. Fig. 5 zeigt eine IT 245 kV bei der Spannungsprüfung.

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

Störungen an Leitungen mit Isoliertraversen können ihre Ursache im Bruch eines Isolators oder einer Armatur, bedingt durch übermässige Beanspruchung, haben. Wie bei der elektrischen Dimensionierung sind auch für die mechanische Bemessung diejenigen Sicherheitsfaktoren anzuwenden, die für Porzellan- oder Kunststoffwerkstoffe üblich sind. Störungen durch direkte äussere Einwirkungen sind an Isoliertraversen wie auch an Trag- und Abspannketten gleichermaßen möglich.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bei richtiger Dimensionierung und bei Beachtung der kritischen Punkte beim Aufbau und bei der Anordnung ein sicherer Leitungsbau mit IT gewährleistet ist.

Adresse des Autors

Bruno Krumm, Chef der Abt. Übertragungsleitungen, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, 8001 Zürich.

621.315.1 : 621.315.62

Die 50-Hz-Haltespannung, berechnet, bietet keine besonderen Probleme, besteht doch erfahrungsgemäss ein mit dem DIN-Normalschirm [4] ausgeführter Langstab diese Prüfung ohne Schwierigkeit. Dabei genügt bereits ein Verhältnis von Schirmausladung a zu Schirmabstand t von ca. 0,5. Soll mehr Reserve bezüglich Verschmutzung vorgesehen werden, so kann dies durch Erhöhung der Schirmzahl bei gleichbleibender Ausladung geschehen, bis das erwähnte Verhältnis 1,1 wird. Langzeitversuche haben gezeigt, dass damit das Optimum erreicht ist. Noch besser bezüglich Verschmutzung verhalten sich gewisse Sonderschirme.

Bezüglich der Dimensionierung der Druckstrebe wird man eine Koordinierung in dem Sinne durchführen, dass diese elektrisch stärker ist als die Zugkette. Dadurch wird verhindert, dass Lichtbogen an der Druckstrebe entstehen und beim Aufsteigen noch von den Schutzarmaturen der Zugkette übernommen werden müssen. Trotzdem ist selbstverständlich durch Zündung des Hochstromlichtbogens auf der Unterseite der Druckstrebe im Versuch nachzuweisen, dass auch solche Fälle zu keiner Beschädigung der Isolatoren führen.

3. Mechanische Auslegung

Die bestimmende Grösse für die mechanische Dimensionierung der Zugkette ist die Resultierende der Seilkräfte nach Betrag und Richtung. Diese Kraft hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter auch von der Zusatzlast und einem eventuellen Leitungswinkel in horizontaler oder verti-

Prüfspannungen nach SEV in kV

Tabelle I

Max. Betriebsspannung	Stosshaltespannung	50-Hz-Haltespannung, berechnet
123	550/450	230
245	1050/900	460/395
420	-/1425	-/630