

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 44 (1953)
Heft: 13

Artikel: Der Langstab-Isolator für hohe Betriebsspannungen
Autor: Dahl, M.F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059951>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.05.2025

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

Die erzielten günstigen Resultate sind die Folge seriöser Facharbeit und einer guten Schiffsförmigkeit: Sie übertreffen die an die Bauwerft gestellten Baubedingungen und haben bewirkt, dass durch die eidgenössische Aufsichtsbehörde die Tragfähigkeit des Schiffes auf 1200 Personen erhöht wurde, was die Krönung des ganzen Werkes darstellt.

Die «Linth» ist das Ergebnis gemeinsamer Zusammenarbeit zwischen Bauleitung und Bauwerft und darf mit Recht das Produkt neuzeitlicher Schiffbaukunst genannt werden.

Adresse des Autors:

H. Dittus, Werftchef der Zürcher Dampfboot A.-G., Mythenquai 333, Zürich.

Der Langstab-Isolator für hohe Betriebsspannungen

Von M. F. Dahl, Baden

621.315.624

Es wird auf den Langstabisolator hingewiesen, der für die Isolation von Freileitungen bis 400 kV Betriebsspannung besonders geeignet erscheint. Er wird bereits in grossem Umfang in Freileitungsnetzen bis 220 kV eingebaut; es liegen jahrelange, gute Betriebserfahrungen vor. Es werden zudem die Vollkernisolatoren anderer Bauart vergleichsweise gegenübergestellt.

L'isolateur à long fût semble être particulièrement indiqué pour l'isolement de lignes aériennes jusqu'à une tension de service de 400 kV. Ce genre d'isolateur est déjà souvent utilisé dans des réseaux jusqu'à 220 kV, où il donne d'excellents résultats depuis plusieurs années. Comparaison de cet isolateur à d'autres types d'isolateurs à fût massif.

Anlässlich der Diskussionsversammlung des SEV über Probleme der 380-kV-Übertragung im Dezember 1952 wurden die Freileitungsisolatoren nur kurz erwähnt, da mit Rücksicht auf den weitgespannten Rahmen des Diskussions-themas nicht auf Einzelheiten eingegangen werden konnte.

Bekanntlich haben die über einige Jahrzehnte sich erstreckenden Betriebserfahrungen in umfangreichen Freileitungsnetzen bei vielen Elektrizitätswerken zur Abkehr vom Kappenisolator und zur Verwendung von nichtdurchschlagbaren Isolatorbauarten geführt. Aus der Ursprungsform, dem «Motor-Isolator», wurden unter steter Verbesserung der keramischen Massen und der Fabrikationsmethoden zahlreiche, allen Bedürfnissen genügende Typen von Vollkernisolatoren (VK) und schliesslich die Langstabisolatoren, weiterhin kurz mit LST bezeichnet, entwickelt. Die LST-Typen sind im Schaftdurchmesser und damit in den mechanischen Werten den VK-Typen angeglichen, weichen aber durch eine grössere Schirmzahl und kleinere Schirmdurchmesser und vor allem durch wesentlich grössere Baulängen von diesen ab. Es ist heute ohne Schwierigkeit möglich, LST bis etwa 1400 mm Gesamtlänge in einem Stück — also nicht zusammen garniert — herzustellen. Besondere Vorteile der Langstabbauart sind die folgenden:

Erleichterte Montage der Isolatorenketten infolge geringerer Gliederzahl und Gesamtgewichtes, Vermeidung von kaskadischen Lichtbögen wegen Fehlens von Zwischenelektroden bei Verwendung einteiliger Ketten bis zu Betriebsspannungen von 120 kV (bei höheren Betriebsspannungen ist die Anordnung von Lichtbogen-Schutzarmaturen an den Zwischenelektroden bei der geringen Zahl der Elemente pro Kette wirtschaftlich tragbar), besondere Eignung für eine mechanisierte, mit geringerer Streuung der elektrischen und mechanischen Eigenschaften verbundene Fabrikation¹⁾ und besseres Verhalten beim Vorliegen von Fremdschichten auf der Isolatorenoberfläche²⁾.

Der Langstabisolator, von welchem nach zuverlässigen Schätzungen heute schon mehr als 110 000 Stück in den verschiedensten europäischen Hochspannungsleitungen eingebaut sind und der auch in aussereuropäischen Ländern zunehmend Eingang findet, darf vorerst wohl als Endlösung des Isolationsproblems bei Leitungen bis zu den höchsten Betriebsspannungen angesehen werden. Neben seiner Verwendung als Freileitungsisolator bewährt er sich auch als drehfestes Betätigungselement im Schaltgerätebau und als Stützer in Schaltanlagen bestens.

Langstabisolatoren mit kürzeren, für Mittelspannungsleitungen geeigneten Baulängen, finden trotz ihrer beachtlichen Vorteile sowohl für den Verbraucher wie für den Hersteller vorerst nur etwas zögernd Eingang in die Praxis. Dagegen haben die Langstabisolatoren mit den grössten Baulängen — bis 1400 mm und mehr — die als eingliedrige Ketten für Betriebsspannungen bis 120 kV gut geeignet sind, seit ihrer erstmaligen Verwendung vor etwa 15 Jahren bei den Betriebsleuten solchen Anklang gefunden, dass auch von dieser Seite keine Bedenken gegen den Einbau von zwei- oder dreigliedrigen Ketten für 220- und 380-kV-Leitungen bestehen.

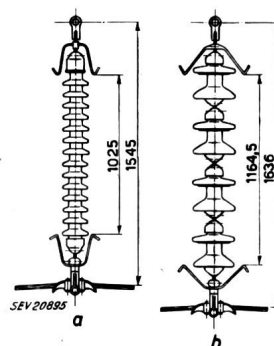


Fig. 1

Isolatoren für 110 kV Betriebsspannung

a Langstabisolator
b viergliedrige Vollkernkette

Um einen Überblick über die Baulängen der Langstabisolatoren im Vergleich zu anderen Vollkernstypen zu ermöglichen, seien für Betriebsspannungen von 110 bis 400 kV die verschiedenen Typen gegenüber gestellt. Fig. 1 zeigt einen LST und eine viergliedrige Vollkernkette (VK 75) für 110 kV Betriebsspannung. Beide Typen sind in um-

¹⁾ s. Obenaus, F.: Der heutige Stand der Hochspannungskeramik. Elektrotechnik, Berlin, Bd. 5(1951), Nr. 2, S. 59...63.

²⁾ s. Meyer, H.: Der Erdschlusswischer in Hochspannungsnetzen. ETZ Ausg. A, Bd. 73(1952), Nr. 17, S. 537...541.

fangreichem Mass in einem deutschen Grossverteilungsnetz eingebaut. Fig. 2a zeigt eine zweigliedrige Kette aus LST des Typs L 85/14, wie sie in den 220-kV-Leitungen eines deutschen Landesversor-

gungsnetzes in grosser Zahl eingebaut sind und mit bestem Erfolg betrieben werden. In Fig. 2b ist die Kombination aus Langstabisolatoren der Typen L 85/14 und 85/9 dargestellt, die sich entweder für 150-kV-Leitungen mit sehr schwierigen Betriebsverhältnissen (starke Verschmutzung und viel Nebel oder Tau) oder für 225-kV-Leitungen mit günstigen Betriebsverhältnissen eignet. Vergleichsweise sind in Fig. 2c eine sechsgliedrige Kette aus Vollkernisolatoren des Typs VK 5, in Fig. 2d eine sechsgliedrige Kette aus Motor-Isolatoren, die in ihrer Bauart sowohl dem Vollkern- wie auch dem Langstabisolator ähneln (Baulänge ca. 410 mm pro Element) und in Fig. 2e eine dreigliedrige Kette aus Langstabisolatoren kürzerer Bauart (Baulänge ca. 860 mm pro Element) dargestellt. Schliesslich gibt Fig. 3 eine analoge Gegenüberstellung von Isolator Ketten für Betriebsspannungen von 380...400 kV.

Bezüglich der Schutzarmaturen ist zu sagen, dass ihre Bedeutung als Schutz gegen thermische Einwirkung von Leistungslichtbögen auf das Porzellan wegen der im Störfalle aus allgemeinen Betriebsgründen sowieso erforderlichen ultraschnellen Abschaltung solcher wichtiger Höchstspannungsanlagen stark zurücktritt gegenüber dem Zweck der Spannungssteuerung entlang der Ketten und der Verhinderung der den Rundfunk- und Fernsehempfang in Leitungsnähe beeinflussenden Entladungserscheinungen.

In Tabelle I sind die üblichen mechanischen Werte verschiedener nichtdurchschlagbarer Isolatorontypen angegeben. Aufgabe der Hersteller von Porzellanisolatoren ist es, durch Verwendung geeigneter Massen, sorgfältige Herstellung, Beachtung der für die verschiedenen Typen unterschiedlichen Brennbedingungen und Anwendung moderner Prüfverfahren während der Fabrikation für die Einhaltung dieser Werte mit möglichst geringer Streuung zu sorgen.

Angaben von mechanischen Werten nichtdurchschlagbarer Isolatorontypen

Tabelle I

Isolatorontyp	Prüflast t	Mindest-Bruchlast t
L 75, VK 4	7	10
L 85, VK 5	9	12
L 105	15...19	18...22

Die Werte in Tab. I erscheinen auf den ersten Blick niedrig, denn bekanntlich kann man Porzellan ohne Beschädigung der Struktur beinahe bis an die Bruchlast prüfen. Mit Rücksicht auf die Tempergusskappen, insbesondere aber auch mit Rücksicht auf das Befestigungsmittel (Cement oder Metallgierung) darf die Prüflast nicht so hoch gewählt werden, dass Schädigungen an diesen Zubehörs teilen eintreten. Unter Umständen können solche Schäden erst nach einer Reihe von Betriebsjahren zu Störungen Veranlassung geben. Erfahrungsgemäss lassen sich die Tempergusskappen bei der Stückprüfung mit maximal 55 % der Kappenbruchlast belasten. Darüber besteht dann die Gefahr der bleibenden Dehnung. So müssen z. B. bei der 7-t-Prüfung die Kappen eine Bruchlast von 13...14 t

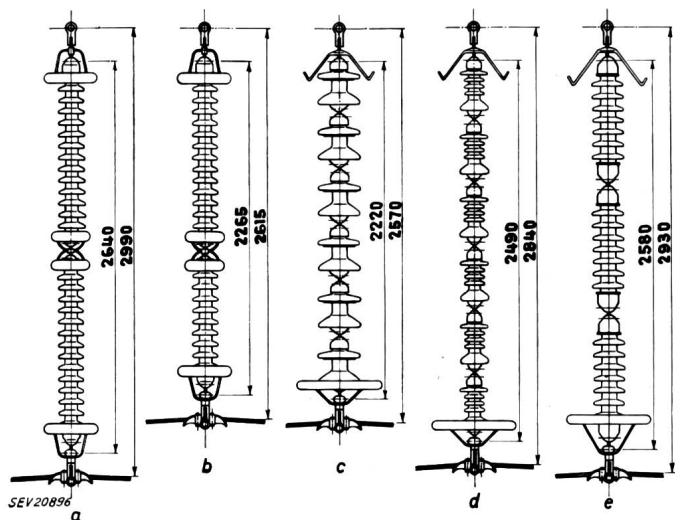


Fig. 2
Isolatorenketten für 150...225 kV Betriebsspannung

Figur	a	b	c	d	e
Herkunft	Siegburg	Siegburg	Alle Hersteller	Langenthal	Norden
Typ	L 85/14	L 85/14 + L 85/9	VK 5	Art. 7729	7/105
Strunkdurchmesser mm	85 oder 105	85 + 85 oder 105	85	75	105

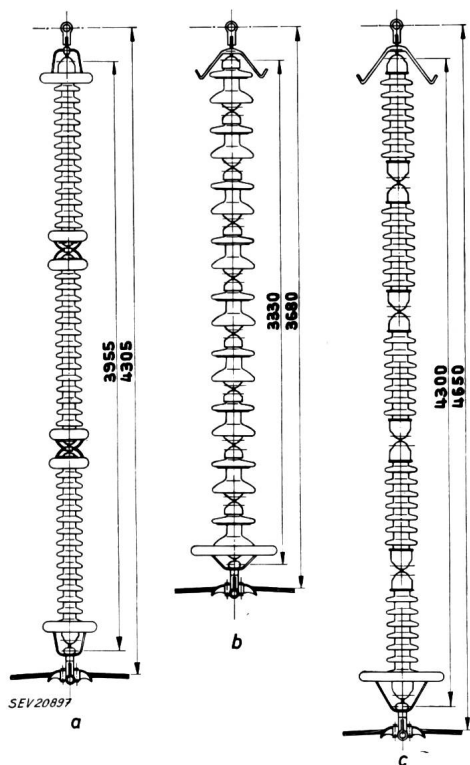


Fig. 3
Isolatorenketten für 380...400 kV Betriebsspannung

Figur	a	b	c
Herkunft	Siegburg	Alle Hersteller	Norden
Typ	L 85/14 oder 105/14	VK 5	7/105
Strunkdurchmesser mm	85 oder 105	85	105

aufweisen. Wollte man bei derartigen Isolatoren die Prüflast etwas erhöhen, dann müssten die Abstände am Klöppelmaul verengt werden, wodurch aber die Kugelgelenke wirkungslos würden. Bei amerikanischen Kappenisolatoren findet man gelegentlich derartige Massnahmen, aber bei den Vollkernisolatoren ist die Behinderung des Kugelgelenkes unerwünscht, was zu Klöppelbrüchen führen kann.

Statt Verschärfung der Stückprüfung zwecks Ausmerzung minderwertiger Isolatoren wären vielleicht die zerstörungsfreien Prüfmethode anzuwenden, wie etwa Ultraschall- oder Temperatursturzprüfungen.

Das Ultraschallgerät — wenn es richtig angewendet wird und die notwendige Erfahrung des Prüfenden vorliegt — gestattet Lunker oder Fremdkörper bis zur kleinsten Porengrösse, unter Umständen sogar bis fast zur molekularen Porzellanstruktur festzustellen. Ebenso ist die Porosität nachweisbar. Das Gerät unterliegt noch weiterer Vervollkommnung, so dass in absehbarer Zeit Absolutwerte messbar sein werden.

Als sehr wertvolle Prüfung hat sich zudem die auf Temperaturwechselbeständigkeit beruhende herausgestellt, die bisher nur als «Stichprüfung» vorgesehen war. Bekanntlich kamen im Betrieb Brüche vor, bei denen Fehler nicht festgestellt werden konnten. Ähnliche Brüche werden bei der Temperatursturzprüfung beobachtet und es kann angenommen werden, dass es sich dabei mit grosser Wahrscheinlichkeit um die gleichen Ursachen handelt, nämlich innere mechanische Spannungen, die durch andere Prüfmethode nicht zu erfassen waren. Wenn auch die Betriebserfahrungen an den mittels Temperatursturz geprüften Isolatoren noch nicht über eine lange Dauer sich erstrecken, so kann jetzt schon gesagt werden, dass bei ca. 120 000 derart geprüfter Isolatoren — VK und LST — kein einziger Bruch vorgekommen ist. Dabei waren die Isolatoren zum Teil besonders schweren Betriebsbedingungen ausgesetzt.

Es sei noch besonders darauf hingewiesen, dass in Tabelle I statt der mittleren Bruchlast die Mindestbruchlast angegeben ist, weil die Herabsetzung der Streuung von Bruchwerten wichtiger sein dürfte, als eine Erhöhung der mittleren Bruchfestigkeit. Nicht die Mittelwerte interessieren den Leitungsbauer und den Betriebsmann, sondern die Mindestbruchwerte, die eine wirkliche Grenze für die Belastbarkeit der Isolatoren im Betrieb aufzeigen.

Es kann Fälle geben, bei welchen höhere als normale Bruchlastwerte verlangt werden. Hierfür können ohne weiteres im Porzellan- und Kappenteil entsprechend verstärkte Isolatoren hergestellt werden, jedoch zu merkbar erhöhten Verkaufspreisen. Es sind zwar ständig Bestrebungen im Gange, die mechanischen Festigkeitswerte weiter zu steigern, etwa durch Zusatz von Titanoxyd usw., aber man kennt das Verhalten aus solchen Massen hergestellter Isolatoren nach langjährigem Betrieb noch ungenügend.

Bemerkenswert ist noch, dass in Deutschland die früher übliche Befestigung der Kappen mittels Blei-Antimon-Legierung sowohl bei den VK- wie bei den LST-Typen völlig verlassen wurde. Der im Kriege durch den Materialmangel erzwungene Übergang zum Aufzementieren hat sich so gut bewährt, dass das aus thermischen Gründen nicht ganz unbedenkliche Aufbleien nicht wieder aufgegriffen wurde.

Die elektrischen Werte der in den Fig. 2 und 3 dargestellten Isolatorenketten sind aus Tabelle II ersichtlich. Es liegen dabei die normalen Schutzarmaturen an beiden Kettenenden und bei den Langstabsketten noch die Zwischenelektroden zu Grunde.

Angaben von elektrischen Werten von Isolatorenketten
in Fig. 2 und 3

Tabelle II

Kettenanordnung		Überschlag- Wechselspannung		Maximale Überschlag- stoss- spannung kV
		trocken kV	nass kV	
s. Fig. 2	2 L 85/14	745	635	1320
	1 L 85/14 + 1 L 85/9	720	585	1200
	6 VK 5	745	565	1380
	6 Art. 7729	≈ 740	580	1100
	3 N 7/105	680	565	1160
s. Fig. 3	3 L 85/14	1065	895	1900
	9 VK 5	1055	800	1960
	5 N 7/105	1050	875	1820

Abschliessend sei noch festgestellt, dass sich die Beschaffungskosten von Ketten aus Langstabisolatoren im Rahmen der für Ketten aus anderen Isolatortypen (mit annähernd gleicher mechanischer Festigkeit) erforderlichen Aufwendungen halten.

Adresse des Autors:

Dr. Ing. M. F. Dahl, Fluhmattstrasse 4, Baden (AG).