So kompakt wie möglich bei maximaler Leistung

Autor(en): **Dolder, Thomas / Fehlbaum, Jean / Mouchangou, Christian**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **109 (2018)**

Heft 6

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856959

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

So kompakt wie möglich bei maximaler Leistung

Premiere | EWZ hat erstmals in der Schweiz ein 150-kV-Dreileiterkabel der Firma Nexans Schweiz AG in eine bestehende Rohranlage verlegt. Dank dieser kompakten Kabel können die bereits vor Jahrzehnten ausgebauten Rohranlagen trotz neuer NIS-Verordnung auch in Zukunft verwendet werden.

TEXT THOMAS DOLDER, JEAN FEHLBAUM, CHRISTIAN MOUCHANGOU

EWZ (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich) hat erstmals in der Schweiz ein 150-kV-Dreileiterkabel in eine bestehende Rohranlage mit einem Durchmesser von 148 mm in der Stadt Zürich verlegt. Nexans Schweiz AG (Nexans) hat das kompakte 150-kV-Dreileiterkabel für EWZ hergestellt. Es bietet in der städtischen Umgebung den entscheidenden Vorteil, dass die bereits vor Jahrzenten ausgebauten Rohranlagen trotz neuer Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) weiterhin verwendet werden können.

Das Verteilnetz in der Stadt Zürich ist besonders: Es liegt fast ausschliesslich unter Boden. Weil die Stadt sehr dicht besiedelt ist, werden beim Bau von Kabeltrassees oder Rohranlagen Synergien mit anderen Tiefbauprojekten genutzt. So wird das koordinierte Bauen in der Stadt Zürich sichergestellt. Aus diesem Grund plant EWZ künftige Leitungsprojekte meist Jahre im Voraus. Verschiedene Trassees für Hochspannungskabel sind deshalb bereits in den letzten Jahrzehnten etappenweise gebaut worden. Um die Versorgungssicherheit der Stadt Zürich auch in Zukunft zu gewährleisten, baut EWZ im Süden der Stadt in verschiedenen Etappen sein 150-kV-Hochspannungsnetz aus. Dabei hat EWZ das Unterwerk in Obfelden verstärkt, indem es die Transformatorenleistung erhöhte. Um diese neue Transformatorenleistung in das 150-kV-Hochspannungsnetz übertragen zu können, ist der Bau der 150-kV-Kabelleitung «Binz–Obfelden» notwendig. Diese führt vom Endmast in der Waldegg im Südwesten der Stadt Zürich bis zum Unterwerk Binz, hat eine Länge von 4,8 km und weist neun Teilstrecken mit acht Muffenstellen auf.

Neue Rahmenbedingungen für Hochspannungsleitungen

Zum Zeitpunkt des Baus des Trassees «Binz–Obfelden» war EWZ davon ausgegangen, dass die einzelnen Phasenleiter einer Hochspannungsleitung in einzelnen Kabelschutzrohren geführt werden. Damals existierte auch noch keine Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV). Diese schreibt erst seit dem 1. Februar 2000 vor, dass der Anlagegrenzwert für den Effektivwert der magnetischen Flussdichte 1 µT nicht überstiegen werden darf. Beim Führen der einzelnen Phasenleiter einer Hochspannungsleitung in einzelnen Rohren beträgt der Durchmesser des 1-µT-Magnetfeldes um die Kabel je nach Belastung mehrere Meter. Weil die Leitung «Binz–Obfelden» teilweise sehr nahe an bestehenden Gebäuden entlang führt und den Pausenplatz eines Schulhauses unterquert, müsste das Trassee streckenweise strahlungstechnisch saniert oder verlegt werden, um die Grenzwerte der NISV einzuhalten. Das wäre mit viel zusätzlichem baulichem und finanziellem Aufwand in Millionenhöhe verbunden.

Um den neuen Rahmenbedingungen gerecht zu werden und die baulichen Massnahmen innerhalb der Stadt Zürich auf ein Minimum zu beschränken, hat sich EWZ für ein Dreileiterkabel entschieden. Im Unterschied zu herkömmlichen Einzelleiterkabeln im Hochspannungsbereich werden die drei Phasenleiter in einem Dreileiterkabel zusammengefasst. Dadurch reduziert sich das Magnetfeld stark und die Verlegung in dieser Art ist nicht NISV-relevant. Die 150-kV-Dreileiterkabel, welche EWZ bisher eingesetzt hat, sind jedoch im Durchmesser zu gross, um in einem einzelnen bereits bestehenden Kabelschutzrohr mit einem Innendurchmesser von 148 mm verlegt zu werden. Aus diesem Grund hat EWZ ein neues Dreileiterkabel mit entsprechend minimalem Durchmesser und maximaler Übertragungsleis-

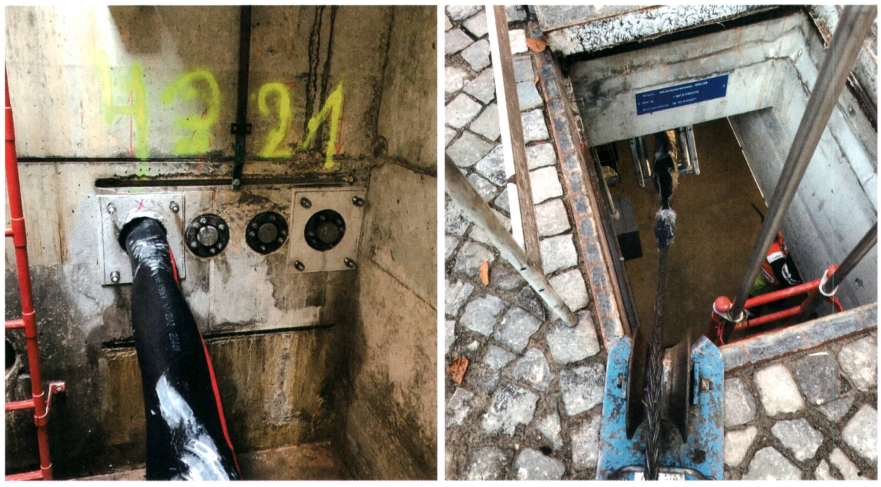


Bild 1 Eingezogenes 150-kV-Dreileiterkabel in bestehendem Kabelschutzrohr durch Muffenschacht.

Bilder: EWZ

tung von der Firma Nexans Schweiz AG herstellen lassen, so dass es in die bestehenden Rohranlagen eingezogen werden kann **(Bild 1)**.

Aufbau und Vorteile des kompakten Dreileiterkabels

Das neu entwickelte Dreileiterkabel von Nexans ist mit einem Leiterquerschnitt von 400 mm², einem Aussendurchmesser von 129 mm und einer im EWZ-Trassee berechneten Übertragungskapazität von 137 MVA kompakt und trotzdem sehr leistungsfähig. Die kompakte Bauweise bietet folgende Vorteile: Der Einzug in die bestehenden Rohranlagen erfolgt schneller, als wenn alle Phasenleiter einzeln eingezogen werden müssten. Mit einem Kunststoff-Aussenmantel, der zusätzlich über die Armierung gelegt wurde, konnte ebenfalls die Anforderung an trockene Muffenschächte durch wasserdichte Verschliessung der Kabelschutzrohre um das Dreileiterkabel erfüllt werden **(Bild 2)**.

Ein weiterer Vorteil des Kunststoff-Aussenmantels ist die bessere Gleitfähigkeit beim Kabeleinzug in die Kabelschutzrohranlage sowie die Möglichkeit, die Kabel nach ihrer Lebensdauer problemlos aus der Rohranlage herauszuziehen. Im Dreileiterkabel ist zusätzlich eine Glasfaserleitung integriert, was ein genaues Temperatur-Monitoring ermöglicht. So können warme Stellen exakt aufgefunden und allfällige Massnahmen ergriffen werden. Die Dreileiterkabel können in Längen von maximal 800 m produziert werden, was einem Gewicht von 24 t entspricht. In dieser Grösse können die Kabeltrommeln mit speziellen Verlegewagen innerhalb der Stadt noch transportiert werden **(Bild 3)**.

EWZ verlegte erstes 150-kV-Dreileiterkabel bereits 2014

Im November 2014 hat EWZ erstmals in der Schweiz ein 150-kV-Dreileiterkabel in Betrieb genommen. Damit ist EWZ eine Pionierleistung gelungen. Für das damals verlegte Dreileiterkabel wurden die drei einzelnen Phasenleiter zu einem Dreileiterkabel verdrillt. Mit einem Aussendurchmesser von 153 mm ist es jedoch zu gross für die herkömmlichen Kabelschutzrohre mit einem Innendurchmesser von 148 mm. Da EWZ die Stadteinspeisung im nordöstlichen Gebiet der Stadt im 150-kV-Hochspannungsnetz verstärkte und dafür

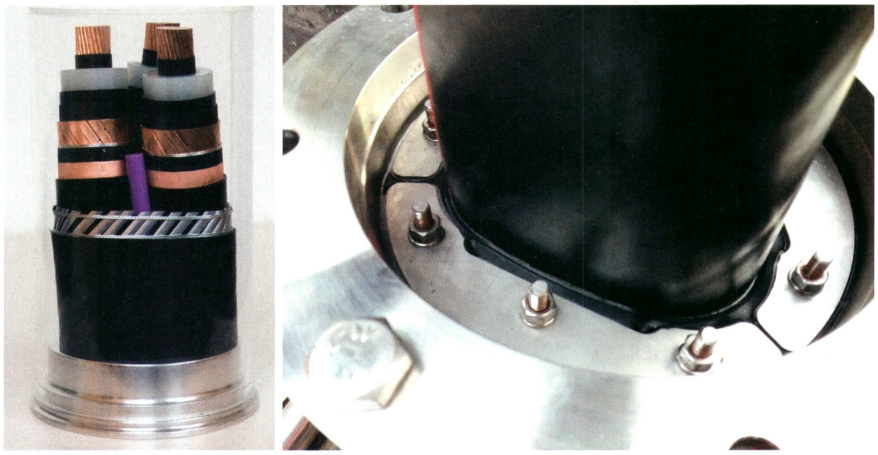


Bild 2 Kabelmuster und detaillierte Ansicht des Kunststoffaussenmantels mit 129 mm Durchmesser und mit Abdichtungsvorrichtung beim Muffenschachteingang.

Bild 3 Spezieller Verlegewagen mit Kabeltrommel für ein 150-kV-Dreileiterkabel mit einer Länge von 800 m.

Bild 4 Kabeleinzug des ersten 150-kV-Dreileiterkabels im Jahr 2014.

Bilder: Nexans Schweiz AG / EWZ

Bild 5 Kabeleinzug des neuen Typs in Zürich zwischen November 2017 und März 2018.

neue Kabelschutzrohre anlegte, konnte es die Rohranlagen für das Dreileiterkabel entsprechend dimensionieren.

Nexans liefert schon lange Dreileiter-Hochspannungskabel

Schon in den Sechzigerjahren hat Nexans Hochspannungs-Dreileiterkabel in Cortaillod am Neuenburgersee hergestellt. Zu dieser Zeit handelte es sich um Papierbleikabel. Sie bestanden aus einem mit Öl imprägnierten papierisolierten Dreileiterkabel mit einem Bleimantel und einem Kunststoffaussenmantel; oftmals mit Stahl-Armierungen verstärkt. Der Aussendurchmesser der Hochspannungs-Dreileiterkabel betrug bis 95 mm für die meist angewendete Dimension 3 x 240 mm² im Bereich 60 kV. Damit konnten sie in die verlegten Rohre, welche zu dieser Zeit einen Innendurchmesser von bis zu 150 mm hatten, gut eingezogen werden.

In Deutschland und Grossbritannien hat Nexans bereits ab 2005 mehrere Hundert Kilometer armierte kunststoff-isolierte Hochspannungs-Dreileiterkabel mit typischen Leiterquerschnitten zwischen 300 und 630 mm² verbaut. Mit diesem Standardaufbau hatte Nexans 2014 das erste Dreileiterkabel-Projekt für EWZ ausgeführt **(Bild 4)**.

Abschluss der Installation im April 2018

Nexans produzierte das neuartige kompakte Kabel an ihrem Schweizer Hauptsitz in Cortaillod. Mit Hilfe von Prototypen eruierte Nexans die optimalen Prozesse zur Verseilung der drei Einzelleiter sowie zur anschliessenden Aufbringung der Armierung. Aufgrund der äusserst engen Verhältnisse im Rohrblock und den damit verbundenen Risiken beim Einzug des Kabels wurde zudem ein Test mit einem zirka 30 m langen Versuchskabel durchgeführt, bevor die Produktion der Kabel freigegeben wurde. Ab November 2017 wurden die Arbeiten zur Verlegung der Kabel in der Stadt Zürich durchgeführt. Die Verlegung der Dreileiterkabel verlief reibungslos und wurde Ende April 2018 abgeschlossen.

Autoren

Thomas Dolder ist Projektleiter Hochspannungsleitungen bei EWZ.
→ EWZ, 8050 Zürich
→ thomas.dolder@ewz.ch

Jean Fehlbaum ist Manager Strategische Kunden & Projekte bei Nexans Schweiz AG.
→ Nexans Schweiz AG, 2016 Cortaillod
→ jean.fehlbaum@nexans.com

Christian Mouchangou ist Hochspannungs-Projektleiter bei Nexans Schweiz AG.
→ christian.mouchangou@nexans.com

RÉSUMÉ

Puissance maximale, taille minimale

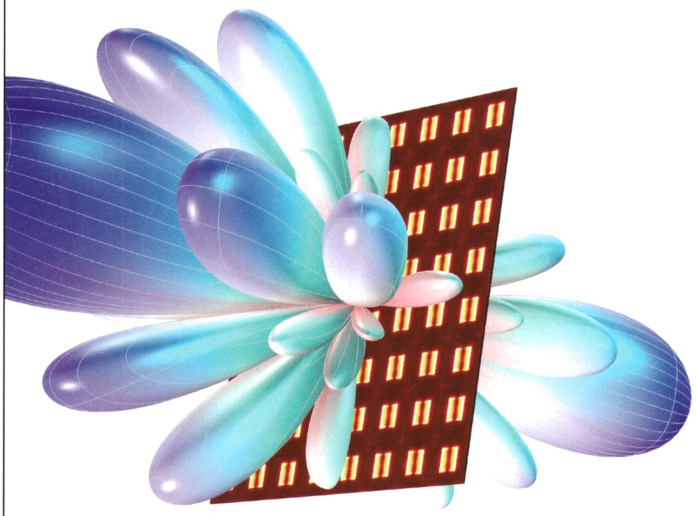
EWZ pose des câbles tripolaires de 150 kV dans un tube existant

Dans la ville de Zurich, le réseau de distribution est particulier : il est presque exclusivement en sous-sol. La ville étant très densément peuplée, des synergies avec d'autres projets de génie civil sont utilisées lors de la construction de tracés de câbles ou de tubes de protection. Ainsi, la construction coordonnée est garantie. C'est pourquoi EWZ (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich) planifie généralement les futurs projets de lignes des années à l'avance. Différents tracés pour les câbles à haute tension ont donc déjà été construits par étapes au cours des dernières décennies. Afin de continuer à garantir à l'avenir la sécurité d'approvisionnement de la ville de Zurich, EWZ développe au fur et à mesure son réseau à haute tension de 150 kV dans le sud de la ville. L'entreprise a renforcé la sous-station à Obfelden en augmentant la puissance des transformateurs. Pour pouvoir transférer la nouvelle puissance des transformateurs dans le réseau à haute tension de 150 kV, la construction de la ligne en câble de 150 kV « Binz–Obfelden » est nécessaire. Celle-ci part du pylône d'arrêt de Waldegg, au sud-ouest de la ville de Zurich, pour atteindre la sous-station de Binz; elle mesure 4,8 km et comporte neuf tronçons et huit chambres de jonction.

Afin de satisfaire aux conditions-cadres modifiées depuis la construction du tracé « Binz–Obfelden » – l'Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (Orni) est entrée en vigueur au 1er février 2000 – et limiter au minimum les mesures de construction au sein de la ville de Zurich, EWZ s'est décidé pour un câble à trois conducteurs. À la différence des câbles traditionnels monopolaires dans le domaine de la haute tension, les trois conducteurs de phase sont rassemblés en un câble à trois conducteurs. De ce fait, le champ magnétique se réduit fortement et l'Orni n'est pas pertinente pour ce type d'enfouissement. Les câbles tripolaires de 150 kV qu'EWZ a utilisés jusqu'à présent ont toutefois un diamètre trop élevé pour être tirés dans un seul tube de protection déjà existant, d'un diamètre intérieur de 148 mm. C'est pourquoi EWZ a fait fabriquer par la société Nexans Suisse SA un nouveau câble à trois conducteurs présentant un diamètre minimal tout en maximisant la puissance de transfert nécessaire, de sorte qu'il puisse être inséré dans les tubes de protection existants. Les travaux de pose des câbles en ville de Zurich ont commencé en novembre 2017 et se sont achevés sans encombre fin avril 2018. **MR**

Bild: Nexans Schweiz AG

IoT erfordert schnelle Kommunikation zwischen Sensoren.



Elektrisches Fernfeld einer Anordnung schlitzgekoppelter Microstrip-Patch-Antennen.

Die Entwicklung des 5G-Mobilfunknetzes ist vermutlich nicht der einzige Schritt zu einem voll funktionsfähigen Internet der Dinge, aber er ist sicherlich fundamental – und erfordert erhebliche Leistungen. Simulation hilft genaue Vorhersagen für 5G-kompatiblen Technologien in optimierte Designs zu verwandeln – wie in dieser Antennenanordnung.

Die Software COMSOL Multiphysics® erlaubt die Simulation von Designs, Geräten und Prozessen in allen Bereichen des Maschinenbaus, der Fertigung und der wissenschaftlichen Forschung. Erleben Sie, wie Sie sie auf 5G-und IoT-Technologiedesigns anwenden können.

comsol.blog/5G

COMSOL

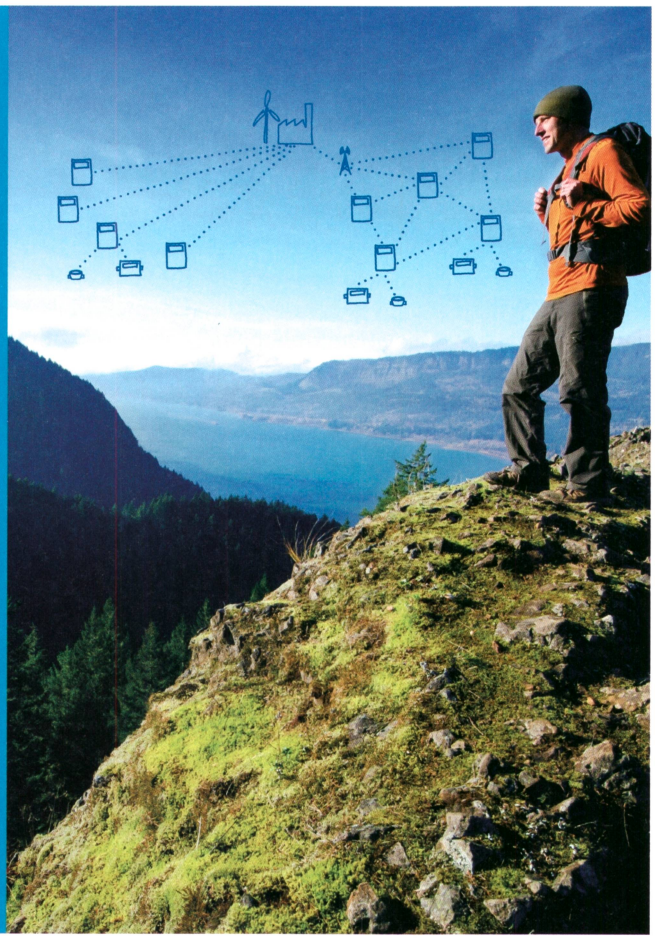
Willkommen im Internet der Dinge – Ihrer Dinge!

Energieversorger von heute benötigen die Kommunikationsinfrastruktur von morgen. Man erwartet eine vollständige Abdeckung und kontinuierlich hohe Leistung. Dabei möchte man nicht nur auf eine Technologie oder einen Zulieferer beschränkt sein. Was zählt ist die Flexibilität alles handhaben zu können was die Zukunft bringen wird.

Deshalb ermöglichen unsere intelligenten Messlösungen den Versorgungsunternehmen, Technologien Ihren spezifischen Bedürfnissen entsprechend - durch die Kombination von NB-IoT mit bewährter Radio Mesh Technologie - einzusetzen.

Drahtlose Kommunikation.
Grenzenlose Möglichkeiten.

kamstrup.com

Kamstrup A/S Schweiz
Industriestrasse 47· 8152 Glattbrugg ·
T: 043 455 70 50 · info@kamstrup.ch

kamstrup