Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 82 (1991)

Heft: 15

Artikel: Sichere Netze durch EPR-isolierte Kabel

Autor: Stalder, Markus / Zimmermann, Heinrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902982

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: 15.12.2025

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

Sichere Netze durch EPR-isolierte Kabel

Markus Stalder und Heinrich Zimmermann

Die Qualität der in den elektrischen Netzen verwendeten Isolationsmaterialien ist ein wichtiger Faktor für die Sicherheit der Stromversorgung. Ein weit verbreitetes Isolationsmaterial, vor allem für Netzkabel im Nieder- und Mittelspannungsbereich, ist heute EPR (Ethylen-Propylen-Rubber). Dieser Artikel zeigt einen Teil der geschichtlichen Entwicklung der Kabelisolationsmaterialien und gibt einen Überblick über den Qualitätsstandard, der mit EPR in den letzten Jahren erreicht wurde.

La qualité des matériaux isolants utilisés dans les réseaux électriques est un facteur important pour la fiabilité de l'approvisionnement en électricité. Un matériau isolant très répandu, surtout pour les câbles de réseaux en basse tension et en moyenne tension, est aujourd'hui l'EPR (Ethylen-Propylen-Rubber = caoutchouc d'éthylène-propylène). L'article montre une partie de l'historique de ce matériau et donne une vue d'ensemble du standard de qualité qui a été obtenu ces dernières années avec l'EPR.

Adresse der Autoren
Markus Stalder und Dr. *Heinrich Zimmermann*, Brugg Kabel AG, 5200 Brugg

Wie wichtig sichere Netze für die Verteilung elektrischer Energie sind, veranschaulichen am besten die vom VSE veröffentlichten Zahlen über die jährlichen Investitionen seiner Mitglieder. Für die letzten Jahre zeigen diese Zahlen einen deutlichen Trend, weg von der Energieproduktion und hin zu den Übertragungs- und Verteilanlagen. In der VSE-Statistik wurden die Investitionen von 162 Werken berücksichtigt, die zusammen 95% der elektrischen Energie produzierten und 70% davon bis zu den Verbrauchern transportierten (Bild 1).

Investitionen		1987	1988	1989
Produktion	[%]	30,1	30,5	31,1
Übertragungs- und Verteilanlagen	[%]	49,2	53,5	64,1
Totale Investitionen	[Mia. Franken]	1,2	1,3	1,1

Bild 1 Investitionen 1987...89 in Anlagen der Stromversorgung

Ein beträchtlicher Teil der Investitionen für Übertragungs- und Verteilanlagen wurde für den Bau von Hochspannungs(HS)-, Mittelspannungs(MS)- und Niederspannungs(NS)-Kabelanlagen aufgewendet. Ungefähr 40% dieser Kabel weisen eine Isolation aus EPR auf. EPR ist die Abkürzung der englischen Bezeichnung *Ethylen-Propylen-Rubber* und bezeichnet ein synthetisches Gummimaterial.

In der Schweiz ist man gewohnt, dass die Versorgung mit elektrischer Energie sowohl in Haushalt, Gewerbe und Industrie als auch im öffentlichen Leben lückenlos funktioniert. An Kabelnetze werden deshalb zu Recht hohe Anforderungen gestellt. Die zwei hauptsächlichen Kriterien sind:

- möglichst hohe Betriebssicherheit
- lange Lebensdauer (mindestens 30...40 Jahre).

Schon bald nach Ende des Zweiten Weltkrieges setzte eine rasch zunehmende Verkabelung der Verteilnetze und später auch der Übertragungsleitungen ein. Zu den bewährten papierisolierten Kabeln kamen immer mehr auch Kabel mit Kunststoffisolationen, PVC (Polyvinylchlorid) für NS-Netze und PE (Polyäthylen) für MS-Netze. In den 70er Jahren begannen die vernetzten Isolationen, XLPE oder VPE (vernetztes Polyäthylen), auf dem Gebiet der Energiekabel aller Spannungen Fuss zu fassen. Etwas später kam dann noch das EPR dazu. PVC wird heute noch für Installationskabel und PE für Nachrichtenkabel und Kabelmäntel verwendet.

Während man bei den papierisolierten Kabeln auf mehr als 100 Jahre praktischer Erfahrung zurückgreifen kann, sind es bei Polymerkabeln, wie Kunststoffkabel heute gebräuchlich bezeichnet werden, einige Jahrzehnte. Für die heute mehrheitlich zum Einsatz gelangenden HS- und MS-Kabel mit Dreifachextrusion (gleichzeitige Extrusion der inneren Leitschicht, der Isolation und der äusseren Leitschicht bei der Herstellung) und Trockenvernetzung sind es sogar nur 10 bis 15

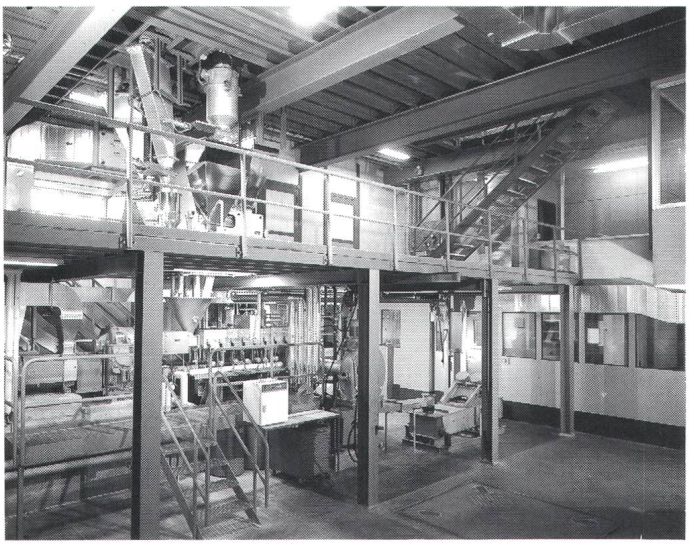


Bild 2
Mischwerk für EPR-Compounde
Anlage der Brugg Kabel AG

Jahre. Es mussten deshalb Methoden gefunden werden, welche möglichst zuverlässige Aussagen über Betriebssicherheit und Lebensdauer gestatten. Auf diese Methoden wird später näher eingegangen. Für Betriebssicherheit und Alterungsbeständigkeit sind vor allem die Materialeigenschaften der für die Leiterisolation verwendeten Polymere verantwortlich. Es gibt jedoch auch noch andere Kriterien, die hier gestreift werden, da später nur noch vom EPR die Rede sein soll. Wichtig sind die verschiedenen Materialkombinationen, die bei den einzelnen Kabeltypen zur Anwendung gelangen. Unter Kabelfachleuten kennt man auch den Ausspruch, «ein Kabel ist so gut wie sein Mantel», was man noch ergänzen kann mit «eine Kabelanlage ist so sicher wie das dafür verwendete Kabelzubehör».

Was ist nun aber das Besondere an der Leiterisolation eines Energiekabels? Für die Spannungsfestigkeit eines Kabels ist jeder Kubikmillimeter der Isolation verantwortlich – und das über die ganze Länge des Kabels, die oft mehrere Kilometer betragen kann. Polymerkabel besitzen eine Feststoffisolation, die im plastischen Zustand um den Leiter extrudiert wird. Es dürfen dabei weder Hohlräume entstehen, noch Fremdkörpereinschlüsse in der Isolation vorhanden sein. Um über die ganze Kabellänge eine gute Homogenität der Isolation zu erreichen, müssen sehr hohe Anforderungen an die Ausgangsprodukte und an die Produktionsanlagen gestellt werden. Von entscheidender Bedeutung ist die Verhinderung des Eindringens von Fremdkörpern und Verunreinigungen, angefangen von der Aufbereitung der Rohmaterialien bis zur Herstellung der Leiterisolation.

Kabel weisen eine weitere Besonderheit auf. Einmal hergestellt, verlegt und montiert müssen sie ihre Aufgabe 30, 40 oder mehr Jahre erfüllen, ohne dass sie gewartet oder sonstwie überholt werden können. Die verwendeten Materialien und Materialkombinationen müssen den vielfältigen Beanspruchungen wie elektrische Spannung, mechanische Kräfte als Folge der Wärmedilatation und chemische Einflüsse durch die im Erdreich vorhandenen Agenzien gewachsen sein.

Es gibt verschiedene Gründe, dass EPR als Isoliermaterial in der Energiekabeltechnik zum Einsatz kommt. EPR setzt sich aus verschiedenen Grundstoffen zusammen, die nun – je nach Mischung – einzelne Eigenschaften wie Wärmedruckfestigkeit, dielektrische Verluste, Spannungsfestigkeit, Brennbarkeit, Flexibilität und andere mehr beeinflussen können. Spannungsfestigkeit, Alterungsbeständigkeit und – damit verbunden – eine weitgehende Unempfindlichkeit gegen Wasser sowie gute Flexibilität sind verantwortlich, dass EPR zum Isolieren von Energiekabeln herangezogen wurde.

Die Compoundierung von EPR

Ein EPR-Compound (homogene Mischung der Ausgangsmaterialien, thermoplastisch direkt zur Kabelisolation extrudierbar) setzt sich aus verschiedenen Rohmaterialien zusammen, die in fester und flüssiger Form angeboten werden. Die Qualität dieser Rohmaterialien und deren Mischverhältnis sind für die geforderten Eigenschaften der verschiedenen EPR-Compounde verantwortlich. Es hat sich recht bald gezeigt, dass auf dem Markt nur wenige Lieferanten für EPR-Compounde zu finden waren und dass deren Produkte oft grössere Schwankungen hinsichtlich der verlangten Eigenschaften aufwiesen. Dies führte, vor allem bei der Produktion von HS- und MS-Kabeln, zu gros-

Spannungsbereich	Bezeichnung	Kabeltyp	Besondere Eignung
60...150 kV (HS)	Einleiter-Übertragungskabel	GKT, GFCUCUT	Verkabelung von Übertragungsleitungen
10...45 kV (MS)	Ein- und Dreileiternetz und Übertragungskabel	GKT, GKT-F, GKT-FT	Verkabelung regionaler Verteil- und Übertragungsleitungen
1 kV (NS)	Ceander-Kabel	GKT	Verkabelung genullter Sekundärnetze und öffentliche Beleuchtung
1 kV (NS)	Ein- und Mehrleiternetzkabel	GT, GT-F, GT-FT	Verkabelung schutzgeerdeter Sekundärnetze und öffentliche Beleuchtung

Bild 3 Produktepalette EPR-isolierter Energiekabel
In der Typenbezeichnung bedeuten: *G* Gummiisolation (EPR), *K* konzentrischer Erdleiter, *T* thermoplastischer Mantel (mechanischer Schutz, Feuchteschutz), *FCU* Abschirmung aus Rund- oder Flachkupferdrähten, *CUT* Kupferschichtenmantel, *F* Zugarmierung aus verzinkten Flachstahldrähten

sen Schwierigkeiten, so dass sich auch die Brugg Kabel AG entschloss, in der Schweiz ein eigenes Mischwerk für EPR-Compounde aufzustellen (Bild 2).

Die Produktepalette der EPR-isolierten Energiekabel, die in der Schweiz zum Einsatz gelangen, ist vielfältig und erfährt laufend Erweiterungen. Die wichtigsten Kabeltypen sind in Bild 3 aufgeführt. Eine Weiterentwicklung von EPR-isolierten Kabeln ist vor allem auf dem Gebiet der NS-Netzkabel festzustellen. Zur Begrenzung der Typenvielfalt sollen die GKT- und XKT-Kabel durch ein neues NS-Netzkabel ersetzt werden, dessen Leiterisolation wohl vernetzt ist, aber materialmässig zwischen EPR und X (vernetztes Polyäthylen) liegt. Im weiteren werden neue, halogenfreie Isolationsmischungen entwickelt, die in den nächsten Jahren das PVC ersetzen können. Diese Compounde sollen nicht nur halogenfrei, sondern auch rezyklierbar oder wenigstens einfach entsorgbar sein.

Das EPR-Mischwerk in Brugg stellt die für die Energiekabeltechnik benötigten EPR-Compounde in einem kontinuierlichen Verfahren her. Die Produktionsanlage ist vollständig geschlossen und mikroprozessorgesteuert. Die Qualitätssicherung erfolgt nach ISO9001.

Bevor eine neue Mischung in Produktion geht, werden auf einem Laborcompoundierer, im Massstab 1:20, Mischungen für ein Versuchskabel hergestellt. Erst wenn die Kabelprüfungen erfolgreich waren, wird das Compound grosstechnologisch, auf dem Produktionsmischwerk, gefahren. Der Laborcompoundierer dient nicht nur der Entwicklung neuer Mischungen, sondern auch der Ermittlung der optimalen Fabrikationsparameter für das Produktionsmischwerk.

Bei der Herstellung von EPR-Compound für die Isolation von Energiekabeln spielt die lückenlose Qualitätssicherung, von der Beschaffung der Rohmaterialien bis hin zur Herstellung der Leiterisolation, eine ausschlaggebende Rolle, hängen doch davon Betriebssicherheit und Lebensdauer der Kabel weitestgehend ab. Die mit dem kontinuierlichen EPR-Mischwerk bisher gemachten Erfahrungen sind sehr positiv und lassen neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Isolationstechnik für Energiekabel erwarten.

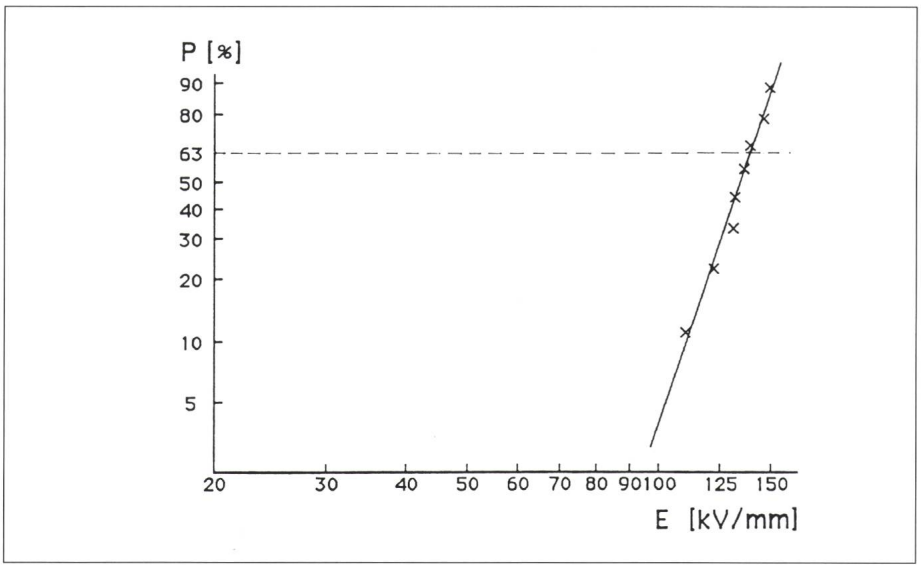


Bild 4 50-Hz-Durchschlagsfeldstärken eines EPR-Isolationsmaterials
Messung erfolgte an 8 Labormustern mit eingegossenen Kugelelektroden bei einer Schichtdicke von 0,7 mm; Stufenprüfung
Resultate in doppeltlogarithmischer Darstellung nach Weibull
P Durchschlagswahrscheinlichkeit
E Durchschlagsfeldstärke

Technische Eigenschaften von EPR-Isolationen

Zunächst zum Begriff EPR: Als synthetisches Gummimaterial basiert EPR auf den Bausteinen Äthylen und Propylen. Da nicht nur das Verhältnis zwischen diesen beiden Bausteinen in einem sehr weiten Bereich variieren kann, sondern dabei auch noch Füllstoffe mit unterschiedlicher Konzentration beigemischt werden, charakterisiert der Begriff EPR das Isoliermaterial eigentlich wenig. Vielmehr handelt es sich um eine ganze Produktefamilie mit recht unterschiedlichen, technischen Eigenschaften. Für den Anwender von EPR-Isolationen ist gerade die Breite dieses Eigenschaftsprofils eine wichtige Tatsache. Durch eine sorgfältige Selektion von Füllstoffen und Beimischungen und der Wahl von Konzentration und Ausrüstung sind gezielte, anwendungsorientierte Optimierungen möglich.

EPR-Isolationsmaterial für MS- und HS-Kabel zeichnet sich entsprechend seines Einsatzes vor allem durch folgende Eigenschaften aus:

- hohe elektrische Spannungsfestigkeit
- geringe dielektrische Verluste
- Flexibilität und gute Formbeständigkeit in der Wärme
- Langzeitstabilität der dielektrischen und mechanischen Festigkeit unter dem Einfluss von Feuchtigkeit und Wärme.

Diese für die Qualität der Kabel wichtigen Eigenschaften seien im folgenden ausführlicher illustriert.

Die *intrinsische Spannungsfestigkeit* eines guten EPR-Isolationsmaterials im homogenen 50-Hz-Feld liegt über 100 kV/mm. Bild 4 zeigt die Ergebnisse einer Durchschlagsprüfung an acht Labormustern mit eingegossenen Kugelelektroden im Abstand von 0,7 mm in einer Weibull-Darstellung. Durchschläge an einem realen MS-Kabel mit EPR-Isolation erfolgen etwa bei einer makroskopischen Feldstärke von 40 kV/mm an der inneren Leitschicht. Diese tieferen Werte ergeben sich hauptsächlich durch die grössere Schichtdicke (5 mm) und durch die unvermeidlichen, mikroskopisch kleinen Unregelmässigkeiten an den Isolationsgrenzschichten. Zum Vergleich sei erwähnt, dass die typische Betriebsfeldstärke eines 20-kV-Kabels im Bereich von 2...3 kV/mm liegt.

Die *dielektrischen Verluste* von EPR-Materialien können, abhängig von den Füllstoffen, erheblich variieren und steigen vor allem bei höheren Temperaturen überproportional an. Die dielektrischen Verluste in einem MS-Kabel machen allerdings nur etwa 0,1% der ohmschen Verluste im Kup-

ferleiter aus. Mit zunehmender elektrischer Beanspruchung steigen sie jedoch quadratisch mit der Spannung an, so dass sie im Hochspannungsbereich erheblich werden können. Die relevanten Normen für HS-Kabel verlangen deshalb einen Verlustfaktor (tg δ) von maximal 0,5% bei maximaler Betriebstemperatur. EPR-Isolationsmischungen, nach dem heutigen Stand der Technik gefertigt, haben nur noch halb so grosse dielektrische Verluste. Bild 5 zeigt die Temperaturabhängigkeit des Verlustfaktors der in Brugg produzierten EPR-Mischung, gemessen bei Betriebsspannung an einem 20-kV-Kabel.

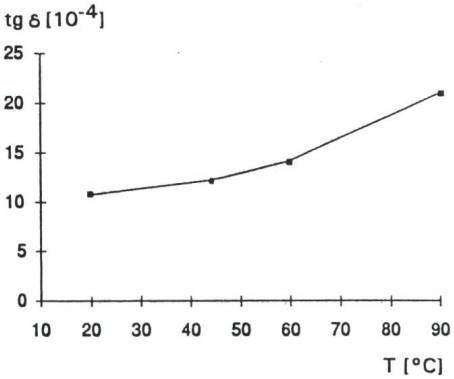


Bild 5 Temperaturabhängigkeit des Verlustfaktors eines EPR-Isolationsmaterials
Material-Typ BCR-30
tg δ Verlustfaktor, gemessen an 20-kV-Kabel bei Betriebsspannung
T Leitertemperatur

EPR ohne Füllstoffe wäre ein ausserordentlich weiches und zähes Material. Füllstoffe führen somit zur notwendigen Formstabilität auch bei erhöhten Betriebstemperaturen. Die Reissprüfung bei Raumtemperatur führt zu typischen Werten von 16 N pro mm² bei einer Dehnung von 260%. Extreme Betriebsbedingungen werden durch eine Ofenalterung bei 135°C während 7 Tagen nachgebildet. Dabei bleiben die *mechanischen Eigenschaften* wie Bruchverhalten, Zug- und Druckfestigkeit, Dehnung und Flexibilität auf hohem Niveau erhalten. Eine Belastungsprüfung bei 250°C (Hot-Set-Test) stellt sicher, dass der Vernetzungsvorgang bei der Kabelherstellung ausreichend erfolgte. Eine Belastung mit 0,2 N/mm² führt dabei zu einer reversiblen Dehnung von 15%. Die Feststellung, dass die nach den gültigen Normen zulässigen mechanischen Werte heute wesentlich übertroffen werden, zeigt die grossen Fortschritte der Entwicklung auf dem Gebiet der EPR-Isolationsmaterialien in den letzten zehn Jahren.

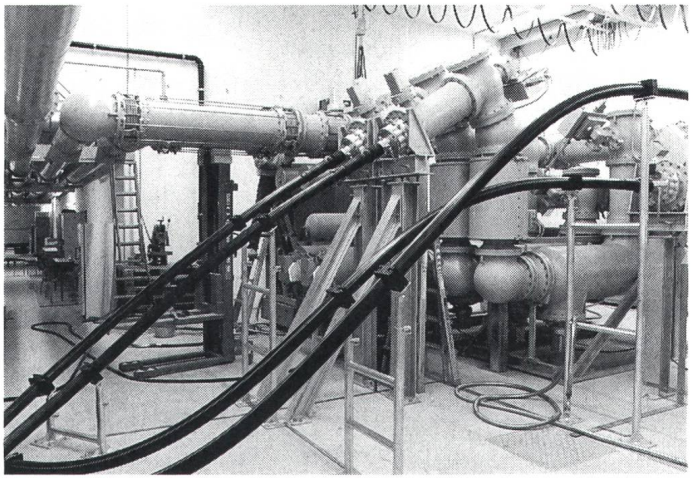


Bild 7 132/66-Kabelverbindung im UW Spreitenbach (SBB)

Der negative *Einfluss von Feuchte* auf die Isoliereigenschaften von Polymeren wird heute allgemein überschätzt. Tatsache ist, dass sich bei Anwesenheit von Spuren von Wasser im elektrischen Feld Bäumchenstrukturen im Polymermaterial bilden. Durch diese Konzentration von polaren Anteilen ist mit einer leichten Erhöhung der lokalen Feldstärke zu rechnen. In einem völlig homogenen und reinen Polymermaterial erreicht dieser Vorgang erfahrungsgemäss jedoch einen stabilen Sättigungszustand, so dass die Reduktion der makroskopischen Durchschlagsfestigkeit nicht stetig fortschreitet. Gefüllte Polymermaterialien wie EPR haben die positive Eigenschaft, diesen Bildungsvorgang von Bäumchenstrukturen zu hemmen. Dies ist vergleichbar zum geschichteten Dielektrikum, wie es von ölimprägnierten Papierisolationen bekannt ist. In beiden Fällen wird der mögliche Wachstumsweg verlängert und von der Richtung des elektrischen Feldes abgelenkt. Dies erklärt die verstärkte Unempfindlichkeit von EPR-Isolation gegen Feuchtigkeitseinfluss.

Lebenserwartung von EPR-isolierten Kabeln

Langzeitstabilität ist besonders für die Anwendung von EPR als Kabelisolation wichtig. Jeder polymere Werkstoff neigt dazu, unter dem Einfluss von Sauerstoff und Feuchte seine

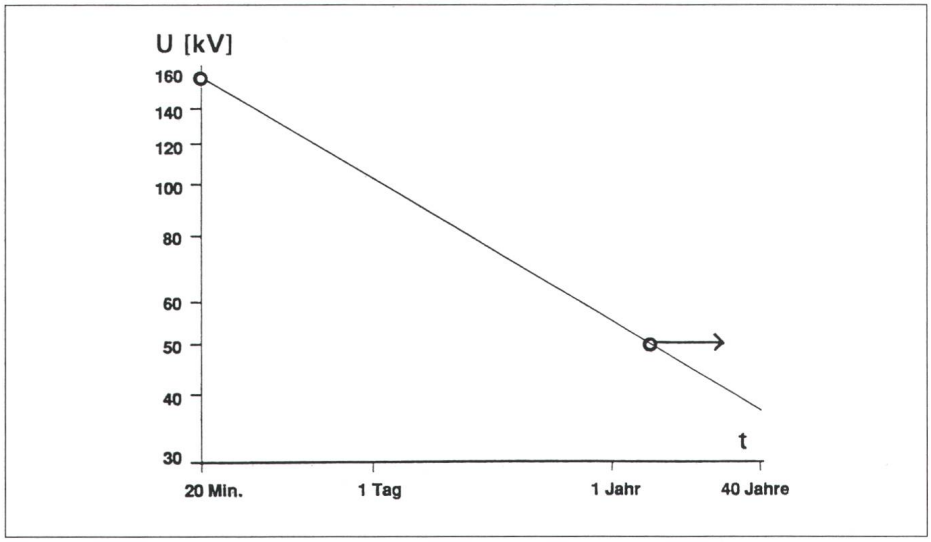


Bild 6 Lebenserwartung eines 20-kV-Kabels Typ GKT
Abschätzung der Lebenserwartung nach der Regel $E^N \cdot t$ = konstant, aus zwei Messpunkten bei 160 kV und 50 kV. Pfeil beim 2. Messpunkt: kein Durchschlag bis zum angegebenen Zeitpunkt
E Belastungsfeldstärke
N Lebensdauerexponent
U angelegte Wechselspannung (Effektivwert)
t Belastungszeit bis zum Durchschlag

chemische Struktur im molekularen Bereich zu verändern. Durch den Einbau von geeigneten Stabilisatoren können solche Prozesse wesentlich beeinflusst werden. Das für Kabelisolationen eingesetzte EPR zeichnet sich aufgrund solcher Massnahmen durch eine ausgezeichnete Langzeitstabilität aus, so dass heute eine Lebenserwartung von 40 Jahren für einen sicheren Kabelbetrieb vom Material weit übertroffen wird.

Allerdings ist die exakte Beurteilung der Lebenserwartung eines konkreten Kabels im voraus ein schwieriges Unterfangen. Wie bei den Lebewesen ergibt sich diese erst durch die statistische Langzeiterfahrung. Das Sammeln von Erfahrungswerten wird durch die Kabelhersteller dadurch beschleunigt, dass Versuchskabel über Jahre einer verstärkten Alterung unterworfen werden. Der Beschleunigungseffekt wird durch achtstündige Lastzyklen mit maximalem Betriebsstrom bei vierfacher Betriebsspannung erreicht. Aus der Lebensdauer solcher Kabelstücke lässt sich unter Zuhilfenahme gewisser Annahmen die Lebenserwartung unter Normalbedingungen ableiten. Diese Abschätzung ist aber erst glaubwürdig, wenn die Belastungsdauer in solchen Alterungsprüfungen mehr als ein Jahr erreicht hat.

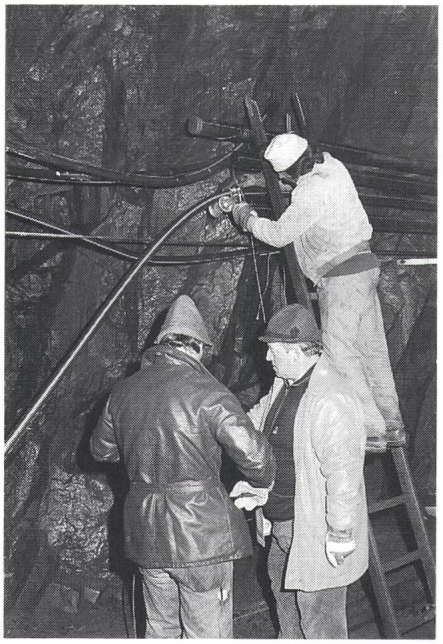


Bild 8 60-kV-Kabel im Albulatunnel
siehe auch Bulletin SEV/VSE 78(1987)5, S. 225

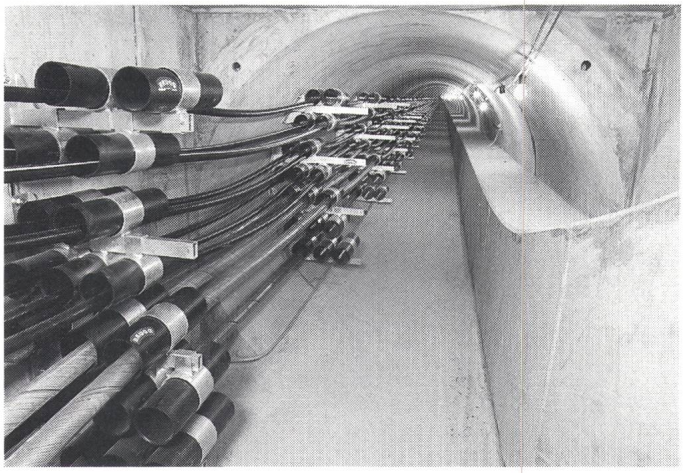


Bild 9
Kabelkanal beim UW Selnau (EWZ/VBZ)
Kabelkanal mit verschiedenen EPR-isolierten MS- und NS-Kabeln. Detail: neue, halogenfreie Briport-Kabelaufhängung von Brugg Kabel AG

Das Bild 6 zeigt eine solche Lebensdauerabschätzung für ein 20-kV-Kabel Typ GKT mit EPR-Isolation. Dieser Abschätzung legt man die bekannte Lebensdauerregel

$$E^N \cdot t = \text{konstant}$$

zugrunde. E ist die Belastungsfeldstärke, N der Lebensdauerexponent und t die Zeit bis zum Durchschlag. Diese Regel folgt aus einem exponentiellen Ansatz der Fehlerrate in Abhängigkeit der Feldstärke und der Zeit. Betrachtet man nun das Niveau von 30 kV (2,5fache, maximale Betriebsspannung) als untere Grenze für einen sicheren Betrieb, ergibt die Extrapolation der Lebensdauerkurve in Bild 6 für das geprüfte Kabel eine Lebenserwartung von weit über 40 Jahren. Die wirkliche Zeit bis zum Durchschlag im Betrieb wird noch wesentlich höher liegen, da der Wert von über 40 Jahren ja auf einer dauernden Spannung vom 2,5fachen Wert der maximalen Betriebsspannung beruht. Diese Abschätzung zeigt deutlich, dass Durchschläge in EPR-isolierten Kabeln im interessierenden Zeitraum als Folge der Alterungsprozesse in der homogenen und ungestörten Isolation ausgeschlossen werden können. Betriebsunterbrüche durch Kabelfehler lassen sich nur durch einwandfreie Qualität bei der Compoundierung und der Kabelherstellung und -montage sowie durch den Schutz vor äusseren Einwirkungen im verlegten Zustand vermeiden.

Betriebserfahrungen mit EPR-isolierten Kabeln in der Schweiz

Bis heute sind unseres Wissens an den in der Schweiz verlegten EPR-isolierten Energiekabeln keine Störungen in Form von elektrischen Durchschlägen aufgetreten, die auf einen Material- oder Konstruktionsfehler hätten zurückgeführt werden können. Die Bilder 7...9 zeigen drei Beispiele von Energie-Übertragungsanlagen, die mit EPR-isolierten Kabeln ausgeführt worden sind.

A remettre

Entreprise générale d'électricité téléphone.

Aperçu général:	Entreprise de bonne réputation.
Territoire:	Canton de Genève.
Emplacement:	Genève centre facilité de déplacement.
Charges:	Loyer frs 2088.–, annexe et toutes les charges frs 412.–, total loyer et charges frs 2500.– par mois.
Surface:	140 m² de bureau.
Stock et vitrine:	71 m² stock plus 16 ml vitrine.
Nombres de clients:	Plus de 2500 à l'heure actuelle en 3 ans et augmente de jour en jour.
Tarif pratique:	LP.
Particularité:	Spécialisé en petits travaux. Intervention dépannage jour et nuit.
Possibilité:	Chiffre d'affaires de plus de frs 350000.– par équipe de deux. Possibilité d'effectuer un chiffre d'affaire annuelle de plus de 1 million avec 4 monteurs. Possibilité d'effectuer des grands travaux.

Prix de la remise frs 536000.–, avec garantie de solde de toutes créances, selon bilan. – **Ecrire sous chiffre N° 262 au administration des annonces, Bulletin ASE/UCS, case postale 229, 8021 Zurich.**

Wir fertigen

anspruchsvolle, massgeschneiderte Steuerungen mit Kompetenz -seit 1965- warum nicht auch

für Sie Steuerungen

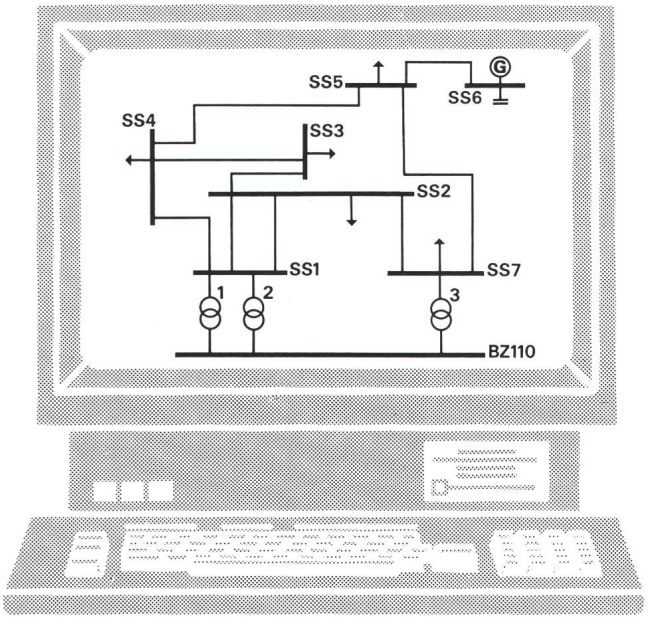
konventionell • speicherprogrammiert

detron ag 4332 Stein

4332 Stein Tel. 064 - 63 16 73

Lastfluss/Kurzschluss-

berechnung beliebig vermaschter elektrischer Versorgungsnetze wird einfacher und kostengünstiger mit **ELMES NEPS.** Verlangen Sie unsere Dokumentation!



ELMES STAUB + CO AG
Systeme für die Messtechnik
Bergstrasse 43
CH-8805 **Richterswil**
Telefon 01-784 22 22

FAIRTEC AG • *SCHNELL UND GÜNSTIG* •

PCB

- ***Schnelltest's***
  PCB-Gehalt im Transformatoren- oder Kondensatorenöl
- ***Genaue PCB-Analysen***
- ***Transport***
- ***Entsorgung***
  - PCB's
  - PCB-kontaminierte Transformatorenöle
  - komplette PCB-Transformatoren
  - PCB-Kondensatoren
  - PCB-kontaminierte Materialien

Verlangen Sie Unterlagen für Offertunterbreitung bei Herrn E. Blaser

FAIRTEC AG – 5300 Turgi – Telefon 056 23 38 64 – Telefax 056 23 28 85

FAIRTEC AG • *SCHNELL UND GÜNSTIG* •