

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	81 (1990)
<b>Heft:</b>	19
<b>Rubrik:</b>	Technik und Wissenschaft = Techniques et sciences

### 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

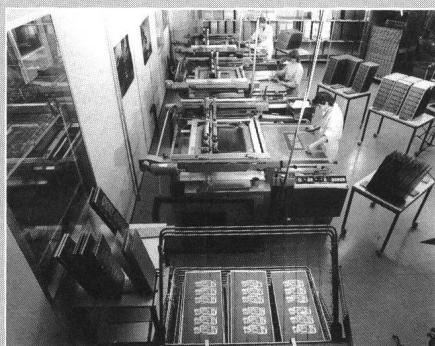
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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:** 12.01.2026

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



**Herstellung von Leiterplatten in Siebdruck-Technik**

einen Jahresumsatz von rund 10 Millionen Franken (11,3% des Gesamtum- satzes der Fela-Gruppe im Jahre 1989). Die Fela Leiterplattentechnik AG ist heute in der Lage, Leiterplatten mit 0,2 mm Leiterbahnabstand und -breite in Serie zu produzieren, wie sie üblicherweise nur mit Fotodrucktechnik hergestellt werden.

### **Alumag-Belmag bei Siemens-Albis eingegliedert**

Die Alumag-Belmag AG, eine hundertprozentige, auf dem Gebiet der Beleuchtungstechnik spezialisierte Tochtergesellschaft, wurde zum 30.9. 1990 mit der Siemens-Albis AG verschmolzen. Die gesamte Belegschaft der Alumag-Belmag AG wurde zu diesem Zeitpunkt von Siemens-Albis übernommen. Von dieser Integration werden eine Reihe wichtiger Synergien hinsichtlich Standort, Infrastruktur und Marktbearbeitung sowie eine Verbesserung der Wettbewerbssituation erwartet.

### **Colenco AG jetzt bei Atel**

Im Rahmen der Konzentration der Motor-Columbus-Gruppe auf die vier Unternehmensbereiche Energie, Systeme, Kommunikation und Kapitalan-

lagen sind die Motor-Columbus AG und die Aare-Tessin AG für Elektrizität (Atel) übereingekommen, dass Atel von der Columbus System AG die Colenco AG übernimmt.

Die Colenco AG ist in der Energietechnik neu positioniert und in den Bereichen Wasserkraftanlagen und Wasserbau, thermische Kraftanlagen und Kernenergie, elektrische Energieanlagen sowie thermische Energieanlagen tätig. Atel schafft sich mit dieser Übernahme die notwendigen Grundlagen für den angestrebten langfristigen Ausbau einer Geschäftstätigkeit in der Energietechnik. Die Colenco AG wird mit Unterstützung der Atel ihre neugeschaffene internationale Marktposition für die Lösung komplexer energietechnischer Probleme nachhaltig ausbauen. Sie wird als selbständige Gesellschaft ihre Zukunft gestalten und den Geschäftssitz in Baden (ab Sommer 1991 Baden-Dättwil) behalten.

## **Technik und Wissenschaft Techniques et sciences**

### **Neue schwer entflammbare Transformer-Isolationsflüssigkeit**

Polychlorierte Biphenyle (PCB) wurden für viele Jahre als Isolationsflüssigkeiten in Transformatoren und anderen elektrischen Geräten eingesetzt, wenn diese in geschlossenen Räumen oder Hochhäusern aufgestellt waren. Die aus ihrer Verwendung entstandenen toxikologischen und ökologischen Probleme und besonders ihre thermischen Abbauprodukte führten zu einem weitgehenden Verbot ihrer Herstellung und ihres Gebrauches. Ciba-Geigy hat nun eine neue Isolationsflüssigkeit entwickelt, die dem Verlangen der elektrischen Industrie nach einem Ersatzprodukt für die Anwendung in neuen und schon installierten Geräten entspricht.

Dieses neue Produkt, Reolec 138, ist eine Isolierflüssigkeit mit niedriger Entflammbarkeit, die hauptsächlich für die Verwendung in Verteiltransformatoren entwickelt wurde, jedoch auch in Schaltgeräten, flüssig-

keitsgefüllten Motoren usw. eingesetzt werden kann. Es ist ein chlorfreies Produkt, das auf gereinigten Carboxylaten basiert und Zusätze zur Stabilisierung enthält. Zu den besonderen Vorteilen von Reolec 138 gehören:

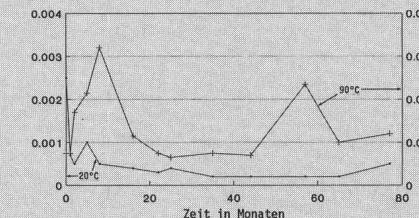
- biologisch leicht abbaubar und praktisch nicht toxisch
- BRD Wassergefährdungsklasse 0
- gute elektrische Eigenschaften
- gute oxidative Stabilität
- geringer Dampfdruck
- gute Tieftemperatureigenschaften
- nicht korrosiv

Mit Reolec 138 wurden von 1982 bis 1989 in einem 400-kVA-Verteiltrans-

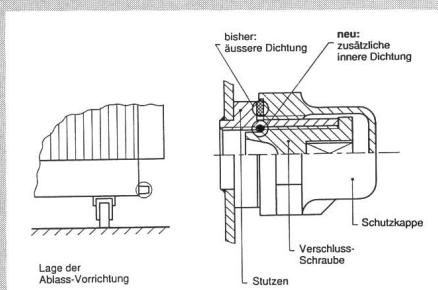
formator Langzeittests durchgeführt. Während dieser Zeit wurden in regelmässigen Zeitabständen Proben gezogen und deren Werte für den dielektrischen Verlustfaktor  $\tan \delta$ , die Durchschlagsspannung, die Oxidationswerte usw. bestimmt. Die gemessenen Durchschlagsspannungen lagen im gesamten Beobachtungszeitraum über der VDE-Mindestanforderung. Der  $\tan \delta$ -Verlauf zeigt mit zunehmender Betriebszeit eine fallende Tendenz (siehe Bild).

### **Verbesserte Öl-Ablassvorrichtung in Transformatoren**

In enger Zusammenarbeit mit der Zulieferfirma werden die Schweizer Verteiltransformatoren-Hersteller, die im Verband Trafosuisse zusammenge schlossen sind, unter der Bezeichnung DIN 42551 Trafosuisse ab Herbst dieses Jahres eine neue, verbesserte Öl-Ablassvorrichtung in ihre Transformatoren einbauen. Verbessert wurde an der neuen Ablassvorrichtung insbe-



**Dielektrischer Verlustfaktor in Abhängigkeit von der Betriebszeit**



## Neue Öl-Ablassvorrichtung DIN 42551 Trafosuisse

sondere die innere Dichtungstechnik. So verhindert jetzt eine zusätzliche O-Ring-Dichtung, dass sich das Transformatorenöl im Verlaufe der Zeit in der Schutzkappe ansammelt. Damit kann auch beim Lösen der Schutzkappe kein Öl mehr unerwartet ausfließen. Übernommen von der bisherigen Öl-Ablassvorrichtung nach DIN 42551 wurde hingegen die Dichtungstechnik der äusseren Flachdichtung (Schutzkappe). Konstrukteurin und Herstellerin der neuen Vorrichtung ist mit Gebrauchsmuster-Schutz die Firma Albert Maier GmbH, D-7252 Weil der Stadt.

## Wissenschaftler für OECD-Projekt in Norwegen

Die Schweiz zieht in Erwägung, an der nächsten Phase des OECD-Halden-Projektes (1991...1993) teilzunehmen. Dazu wird ein Hochschulabsolvent oder Wissenschaftler/Ingenieur mit einigen Jahren Erfahrung gesucht, der Interesse hätte, für ein bis drei Jahre als Schweizer Delegierter im Forschungszentrum Halden in Norwegen mitzuarbeiten und als Verbindungsman oder -frau das dort erarbeitete Wissen in die Schweiz zu transferieren.

Das internationale OECD-Halden-Reaktor-Projekt existiert seit 1957. Das neue Forschungsprogramm für die nächsten 3 Jahre bearbeitet auf dem Gebiet «Mensch-Maschine-Wechselwirkung» folgende Schwerpunkte:

- Man-Machine Interaction: Im Simulations-Labor sollen Systeme zur Operateur-Unterstützung experimentell evaluiert werden.
- Computer-based Operator Support Systems: Entwicklung von Fehlerdetektions-, Diagnose- und Prognose-Systemen, basierend auf mathematischer Modellierung des Prozesses und auf Expertensystem-Technik.
- Surveillance and Control System Integration: Entwicklung eines integrierten Überwachungs- und Kon-

trollsystems, bestehend aus einem Übersichtsbild, in dem Anlage-Informationen teils fix, teils dynamisch dargestellt sind.

- Human Error Probability Studies: Zuverlässigkeit menschlicher Handlungen, Sammeln und Auswerten entsprechender Daten.
- Verification and Safety Enhancement: Es geht vor allem um die Entwicklung von computerisierten Hilfsmitteln für die Verifikation von Software.

Interessenten erhalten nähere Auskunft bei S. Chakraborty, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, 5303 Würenlingen, Tel. 056/99 39 36.

## Zusammenarbeit der FKH mit der AFIF

Die Forschungskommission für Hochspannungsfragen (FKH) wurde 1937 als Selbsthilfeorganisation unter dem Patronat des SEV und VSE mit dem Ziel gegründet, die Mitglieder dieses Vereins bei der Bewältigung ihrer Probleme auf dem Gebiet der Hochspannungstechnik zu unterstützen. Beim Aufbau des schweizerischen Hochspannungs-Verbundnetzes musste damals vor allem das Problem der Netzüberspannungen – hervorgerufen durch atmosphärische Einwirkungen (Blitze) oder durch Schalthandlungen – begegnet werden. Damit lässt sich auch die Zusammensetzung der FKH-Mitglieder erklären, welche sich vor allem aus Kreisen der elektrischen Energieversorgung und der schweizerischen Elektroindustrie rekrutieren (total 74 zahlende Mitglieder).

Die von FKH-Mitgliedern und anderen interessierten Kreisen aus dem In- und Ausland gestellten Probleme werden von einer kleinen operativen FKH-Arbeitsgruppe (z.Z. 7 Angestellte) bearbeitet. Zur Erledigung dieser Auftragsarbeiten unterhält die FKH zwei eigene Betriebsstätten (Büros in Zürich, Versuchsstation Däniken). Eigene Hochspannungsprüfstationen und Messeinrichtungen (stationäre und mobile Einheiten) ermöglichen der FKH, als neutrale Institution Dienstleistungsaufträge (z.B. Abnahmetests) selbstständig und unabhängig durchzuführen, speziell auch in den Anlagen der Auftraggeber.

Aufgrund eines kürzlich unterzeichneten *Zusammenarbeitsvertrags zwischen der FKH und GFF/AFIF* werden wieder neue Akzente gesetzt: eine enge Zusammenarbeit mit den technischen

Hochschulen soll die Grundlage für verstärkte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der FKH auf dem Gebiet der Hochspannungstechnik liefern. Professor W. Zaengl (Institut für Energieübertragung und Hochspannungstechnik der ETHZ) wirkt bei dieser Zusammenarbeit als wissenschaftlicher Beirat mit und bietet die Zusammenarbeit mit seinem Institut an. Durch die Zusammenarbeit mit der AFIF (Arbeitsgemeinschaft für industrielle Forschung der GFF an der ETH Zürich) ergeben sich eine Reihe von interessanten Synergieeffekten, und es wird ein effizientes Management der FKH-Arbeitsgruppe ermöglicht.

Mit zwei F & E-Projekten mit externer Mitfinanzierung (Anlaufphase 1990/91) ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung bereits eingeleitet:

- Entwicklung eines feldtauglichen Teilentladungsmessverfahrens zur Überprüfung der Isolationsfestigkeit von Hochspannungsmesswählern
- Alterungsverhalten von kunststoffisierten Mittelspannungskabeln.

Die Problematik der Diagnose und Beurteilung von Isolationssystemen wird zurzeit auch von der Fachgruppe Hochspannungstechnik der ETHZ bearbeitet. Eine enge Kooperation und die gemeinsame Nutzung der vorhandenen Infrastruktur wird die Effizienz dieser Projekte wesentlich verbessern. Das aktuelle Dienstleistungsangebot der FKH umfasst im weiteren:

- Prüfung (vor Ort oder im Labor) der Isolationsfestigkeit von Anlagen und Komponenten (Spannungsprüfungen mit Stoss- oder Wechselspannung, Teilentladungsmessungen)
- Stoss-Stromprüfungen (vor Ort oder im Labor)
- Messung von transienten Vorgängen im Hochspannungsnetz und in Anlagen
- Engineering, Beratung bei Fragen des Blitzschutzes
- Experimentelle Überprüfung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)
- Nachweis der Wirksamkeit von Erdungsanlagen (Erdungsmessungen).

Kontaktadressen: Dr. Thomas Aschwanden, Leiter der FKH-Arbeitsgruppe, Leutschenbachstr. 69, 8050 Zürich, Tel. 01/302 13 22; Dr. Werner J. Borer, Direktor, AFIF, ETH-Hönggerberg (HPT), 8093 Zürich, Tel. 01/377 21 49/44.

### Öl- oder Giessharz-Transformator?

Diese Frage wird in der Schweiz immer wieder diskutiert. Trotz seinen höheren Anschaffungskosten hat der Giessharz-Transformator beispielsweise in Deutschland einen vergleichsweise hohen Verbreitungsgrad. In der Schweiz hingegen konnte sich diese Technik bisher nie so richtig durchsetzen. Welche Gründe sprechen eigentlich für den Einsatz von Giessharz-Transformatoren? Und welche grundsätzlichen Vorteile hat demgegenüber der Öl-Transformator?

**Giessharz-Trafos bei erhöhten Sicherheits-Anforderungen:** Giessharz-Transformatoren sind dann besonders zu empfehlen, wenn der Standort erhöhte Sicherheits-Anforderungen stellt. Also beispielsweise im Bereich von Grundwasser-Schutzzonen der Kategorien S1, S2 und S3; zum Beispiel in Wasserwerken und Grundwasser-Pumpstationen. Mit dem Schutzgehäuse IP 23 sind dabei auch Maststationen realisierbar. Giessharz-Transformatoren empfehlen sich auch dann, wenn der Aufstellungsort eine hohe Feuersicherheit verlangt, zum Beispiel in Spitäler, Kaufhäusern, auf Flugplätzen, in Banken usw., also überall dort, wo früher PCB-Transformatoren eingesetzt wurden. Auch in Industrieanlagen, wo der Transformator möglichst nahe am Verbraucher-Schwerpunkt sein sollte (Vermeidung von langen und damit teuren Unterspannungskabeln), besitzt der Giessharz-Transformator unbestreitbare Vorteile gegenüber dem Öl-Transformator, und insbesondere, wenn letzterer aus

		Öl- Transformator Trafosuisse	Giessharz- Transformator Trafosuisse	Giessharz- Transformator nach DIN
Typ		T30 24/630	T3K 24/630	DG636-20
Nennleistung	[kVA]	630	630	630
Kühlung		ONAN	AN	AN
Eisenverluste	[W]	750	1050	1680
	[%]	100	140	224
Lastverluste	[W]	4950	5020	6420
	[%]	100	101	130
Total-Gewicht	[kg]	2140	2400	2330
Abmessungen L/B/H	[mm]	1260/800/1815	1440/835/1570	1590/870/1590
Schalldruck-Pegel in 1 m Abstand	[dB]	44	52	55
Preis	[%]	100	163	137
Kapitalisierte Verluste ( $P_{Fe}/P_{Cu} = 10/3$ Fr./W)	[%]	100	114	161
Kapitalisierter Preis ( $P_{Fe}/P_{Cu} = 10/3$ Fr./W)	[%]	100	136	151
(Trafosuisse-Trafoswiss 6/1990)				

Bild 1 Vergleich Öltransformator-Giessharztransformator

Beispiel: 630-kVA-Reihe, 20-kV-Transformator in Öl- und Giessharz-Ausführung

baulichen Gründen dort nicht ohne weiteres installiert werden kann (Ölauflangwanne!).

**Wirtschaftlicherer Öl-Transformator:** Für alle anderen Verwendungszwecke wird aus wirtschaftlichen Gründen i.a. der Öl-Transformator vorgezogen. Dies ist zum Beispiel der Fall für alle klassischen Mast-Stationen, Kompaktanlagen, Klein-Transformator-Stationen usw. Auch beim Ersatz von PCB-Transformatoren sollte geprüft werden, ob ein Austausch mit Öl-Transformatoren in Frage kommt, wie dies beispielsweise im Gotthard-Nationalstrassen-Tunnel möglich war.

**Weitere Eigenschaften von Öl- und Giessharz-Transformatoren im Ver-**

gleich: Wichtige Vorteile des Öl-Transformators sind seine tiefen Verluste und sein geringes Gewicht bei vergleichsweise günstigen Anschaffungskosten, das heisst sein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhalten. Giessharz-Transformatoren anderseits haben aus physikalischen Gründen höhere Verluste (siehe Bild 1). Sie sind in ihrer Konstruktion schwerer und erfordern eine deutlich aufwendigere Herstellungs-technik. Entsprechend höher sind ihre Anschaffungskosten. Schliesslich zeichnen sich Öl-Transformatoren durch ihren extrem tiefen Geräuschpegel aus und bieten zusammen mit der US-Abdeckhaube sowie mit OS-Steck-verbindungen eine hohe Berührungssicherheit.

## Aus- und Weiterbildung Etudes et perfectionnement

### ETHZ: neue Professur für Sicherheitstechnik

Seit dem 1. Februar 1990 ist Prof. Dr. Wolfgang Kröger ausserordentlicher Professor für Sicherheitstechnik am Institut für Energietechnik und gleichzeitig Leiter des Forschungsbereichs «Nukleare Energie» am Paul Scherrer Institut Würenlingen und Villigen.

Seine Schwerpunkte in der Forschung und in der Lehre an der ETH Zürich sieht Wolfgang Kröger wie folgt: Ge-

leitet von der Einsicht, dass die Kernenergie in der Zukunft trotz Ausschöpfung aller Möglichkeiten zur Energieeinsparung und Verwendung alternativer Energieträger weltweit (vielleicht sogar verstärkt) gebraucht wird, möchte er einen Teil seiner Forschungsaktivitäten in Richtung noch sicherer Reaktoren lenken und auch zur notwendigen Erhöhung der Akzeptanz und Konsensfähigkeit beitragen. Da daneben nicht zuletzt tragische Unfälle mahnen, dass auch in anderen technischen Systemen Gefährdungspoten-

tiale aufgebaut und Risiken geschaffen wurden, mit denen man sich im Verbund auseinandersetzen muss, will er Arbeiten an diesem Themenkomplex tatkräftig unterstützen und sich insgesamt dem grossen Bedürfnis stellen, Sicherheitstechnik ganzheitlich weiter zu entwickeln. In der *Lehre* des Fachs will er die grundlegenden modernen Methoden vermitteln, die für die Analyse von Gefahren und Risiken technischer Systeme einschliesslich Kernenergianlagen zur Verfügung stehen und in ihre Anwendung einführen.