



Fachkommission für Hochspannungsfragen

Commission d'étude des questions relatives à la haute tension



JAHRESBERICHT 2012

Inhalt	Seite
Vorwort des Präsidenten und des Geschäftsleiters.....	3
Struktur und Leitbild der FKH	5
FKH-Vorstand	7
FKH-Arbeitsgruppe	8
Jubiläum zum 75-jährigen Bestehen der FKH	9
Nachruf Hugo Binz.....	10
Dienstleistungen der FKH.....	11
Auftragsarbeiten und statistische Übersicht	12
Ausgewählte Auftragsarbeiten.....	14
Rückblick des Isolieröllabors	23
Entwicklungen und Investitionen	23
Fachveranstaltungen	27
Zusammenarbeit mit Hochschulen / Nachwuchsförderung	28
FKH-Mitglieder.....	32
Informationsbroschüren der FKH.....	35
Zufahrtspläne für die FKH-Standorte.....	35

Vorwort des Präsidenten und des Geschäftsleiters

Sehr geehrte FKH-Mitglieder, sehr geehrte Freunde der FKH

Der FKH ist es gelungen, das Geschäftsjahr 2012 mit einem deutlich positiven Ergebnis abzuschliessen. Aufgrund einer anhaltend grossen Nachfrage an Prüfdienstleistungen konnten die Budgetziele deutlich übertroffen werden. Diese Resultate erachten wir nicht als Selbstverständlichkeit, sondern als Zeichen des Interesses und des Vertrauens, welches unsere Mitglieder und Kunden der FKH immer wieder entgegenbringen. Dafür möchten wir uns herzlich bei Ihnen bedanken. Danken möchten wir auch unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die mit grossem persönlichem Einsatz dieses positive Resultat erarbeitet haben.

Anlässlich der Mitgliederversammlung 2012 konnte die FKH das 75-jährige Jubiläum ihres Bestehens feiern. Die gut besuchte Jubiläumsveranstaltung in der Versuchsstation Däniken bot den Mitgliedern, Kunden, Industrievertretern und ehemaligen FKH-Mitarbeitern die Gelegenheit, die neue Infrastruktur der FKH in Däniken und Prüfanlagen zu besichtigen.

Der Aktivitätsbereich der FKH hat sich seit der Gründung der FKH im Jahre 1937 verändert und stark erweitert. Das 75-Jahre-Jubiläum ist eine gute Gelegenheit, um an den Pioniergeist der Gründergeneration unter Professor Karl Berger zu erinnern. Unter der Vielfalt von Problemen, die beim Aufbau und Betrieb der elektrischen Netze zu lösen waren, konzentrierten sich die FKH-Aktivitäten zunächst auf die Blitzüberspannungen und deren Auswirkungen auf das damals noch weitgehend ungeschützte Hochspannungsnetz. Nach einer langen und erfolgreichen Phase der Blitzforschung auf dem Monte San Salvatore baute die FKH im Verlauf der Jahre ein profundes Knowhow in der Mess- und Prüftechnik auf und entwickelte ein vielfältiges Angebot an Dienstleistungen im Bereich der Hochstrom- und Hochspannungsprüfungen sowie Methoden zur zerstörungsfreien Diagnose von Isolationssystemen.

Den FKH-Mitgliedern und Kunden aus Industrie und Elektrizitätsversorgungsunternehmen ist es zu verdanken, dass aufgrund der langjährigen Unterstützung diese speziellen Prüf- und Diagnosemethoden und die Infrastruktur der FKH auf den heutigen hohen Stand gebracht werden konnten. Die steigende Nachfrage, insbesondere an Diagnosemessungen und der Vor-Ort-Prüfungen zeigt, dass diese Werkzeuge für die Verbesserung der Betriebssicherheit von Hochspannungsanlagen von grossem Nutzen sind.

Eine willkommene Synergie mit den Dienstleistungen bildet die Förderung des Ingenieur Nachwuchses, welche die FKH traditionell auf ihren Fachgebieten pflegt. Im Sommerhalbjahr 2012 konnten wiederum einige Studenten für die Bearbeitung von Fragestellungen aus der praktischen Anwendung der Diagnosemethoden gewonnen werden. Im Rahmen dieser Studentenprojekte sind wertvolle Beiträge für die Weiterentwicklung der Vor-Ort-Prüfmethoden entstanden.

Im Berichtsjahr sind wichtige Ergänzungen für die Resonanz-Prüfanlagen beschafft und teilweise erfolgreich eingesetzt worden. Dieser Ausbau war vor allem für die Hochspannungsprüfung langer Kabelstrecken notwendig, verbessert aber auch die Prüfmöglichkeiten bei gekapselten Schaltanlagen. Mit einer mobilen, leistungsstarken Prüfquelle, basierend auf einem Frequenzumrichter, wurde eine zentrale Komponente zur Prüfung grosser Leistungstransformatoren vor Ort geschaffen.

Schliesslich konnte im Frühjahr 2012 die zweite Etappe der Erneuerungen in Däniken abgeschlossen werden. Diese Arbeiten umfassten die Fertigstellung eines gedeckten Versuchsplatzes, diverse Umgebungsarbeiten sowie das automatisierte Eingangstor zum Abschluss des Areals. Die neue Infrastruktur in Däniken hat sich bewährt und zeigt, dass Mitglieder und Kunden in Zukunft auch mit einem breiten Spektrum an Prüfdienstleistungen effizient und termingerecht bedient werden können.

In diesem Sinne freuen wir uns auf eine weiterhin erfolgreiche Zusammenarbeit.

Dr. Thomas Aschwanden
Präsident

Dr. Reinhold Bräunlich
Geschäftsleiter

Struktur und Leitbild der FKH

Struktur der FKH

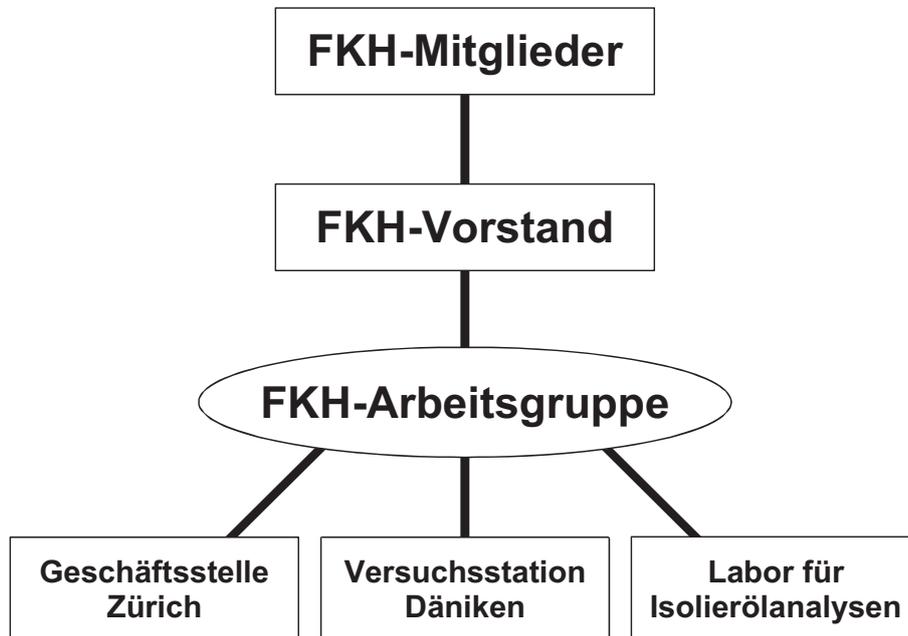


Bild 1: Struktur der FKH

FKH-Leitbild

Die FKH-Arbeitsgruppe (FKH-AGr) ist eine Gruppe neutraler Sachverständiger, die über eigene Prüf- und Messeinrichtungen verfügt. Sie betreibt selbst **Entwicklungen** und steht ihren Mitgliedern sowie Dritten für **Dienstleistungen** zur Verfügung.

Die FKH übt eine **Brückenfunktion** zwischen den schweizerischen Hochschulen und den Unternehmungen der Elektroenergietechnik aus. Durch aktive Kontakte zu den beiden ETH und den Fachhochschulen sowie durch Beteiligung an der Forschung leistet sie einen Beitrag zur Förderung der Attraktivität der energietechnischen Disziplinen.

Die FKH offeriert - im Sinne der **Nachwuchsförderung** - Studenten und Absolventen der Hochschulen die Mitarbeit an praxisorientierten Arbeiten.

Sie betätigt sich in **Normen- und Fachgremien** und macht ihren Mitgliedern das Wissen der Fachstellen und Hochschulen zugänglich.

FKH-Vorstand

Präsident	Dr. Thomas Aschwanden Kraftwerke Oberhasli AG (KWO)
Vizepräsident	Andreas Meier Brugg Kabel AG
Mitglieder	Martin Aeberhard Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Division Infrastruktur Energie Peter Betz Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) Hansjörg Biland (ab 09.05.2012) electrosuisse Dr. Reinhold Bräunlich ¹ Fachkommission für Hochspannungsfragen (FKH) Peter Fessler Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) Prof. Dr. Christian Franck ² Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ) David Gautschi ALSTOM Grid AG Dr. Werner Hofbauer (bis 31.07.2012) ABB Schweiz AG Prof. Dr. Heinz Kronig ² (bis 09.05.2012) Fachhochschule Sion Bernhard Krummen Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne (SEL) Christian Lindner Axpo Power AG Charles Moser (bis 31.07.2012) BKW FMB Energie AG Prof. Dominique Rolle ² (ab 09.05.2012) Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg Martin Weibel Alpiq EnerTrans AG
Kontrollstelle	Doris Joos , ewz Oliver Junker , Axpo Power AG

¹ Mitglied mit beratender Stimme

² Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats

FKH-Arbeitsgruppe

Leitung	Dr. Reinhold Bräunlich , dipl. El.-Ing. ETH	braeunlich@fkh.ch
Stellvertretung	Günther Storf , dipl. El.-Ing. ETH	storf@fkh.ch
Sekretariat	Brigitte Egger	egger@fkh.ch
Mitarbeiter	Dr. Thomas Brügger dipl. El.-Ing. ETH	bruegger@fkh.ch
	Dr. Vahe Der Houhanessian dipl. El.-Ing. ETH	houhanessian@fkh.ch
	Pascal Fehlmann , El.-Ing. FH	fehlmann@fkh.ch
	Lukas Flury , eidg. dipl. Netzfachmann (bis 30.11.2012)	flury@fkh.ch
	Diego Friedli , M.Sc. Elektrotechnik (ab 01.10.2012)	friedli@fkh.ch
	Mario Gobeli , El.-Ing. FH	gobeli@fkh.ch
	Dr. Thomas Heizmann , (bis 31.03.2012) dipl. El.-Ing. ETH	heizmann@fkh.ch
	Dr. Hans-Josef Knab , dipl. Phys. Leiter Labor für Isolierölanalysen	knab@fkh.ch
	Adamo Mele , Elektromechaniker	mele@fkh.ch
	Dr. Stefan Neuhold , dipl. El.-Ing. ETH	neuhold@fkh.ch
	Aldo Resenterra , Elektromonteur	resenterra@fkh.ch
	Franziska Schenker , Chemielaborantin	schenker@fkh.ch
	Markus von Arx , Elektromonteur	vonarx@fkh.ch
	Toni von Deschwanden , Elektromechaniker	deschwanden@fkh.ch
	Matthias Weidmann , Chemielaborant	weidmann@fkh.ch
Betriebsstätten	FKH-Geschäftsstelle Voltastrasse 9 8044 Zürich	Tel. 044 253 6262 Fax 044 253 6260
	FKH-Isolieröllabor 4658 Däniken	Tel. 062 288 7799 Fax 062 288 7790 Pikett 058 319 2060 trafo@fkh.ch
	FKH-Versuchsstation 4658 Däniken	Tel. 062 288 7795 Fax 062 288 7794
Kontaktadresse für die Westschweiz	Pascal Fehlmann Le Verney 10 1483 Montet (Broye)	Tel. 026 665 07 20 Natel 079 275 91 50 fehlmann@fkh.ch
Internet-Adresse	www.fkh.ch	

Jubiläum zum 75-jährigen Bestehen der FKH

Am 9. Mai 2012 konnte die FKH im Anschluss an die Generalversammlung ihr 75-jähriges Jubiläum in ihrer Versuchsstation in Däniken feiern. Am Jubiläumsanlass waren nahezu 300 Fachleute aus dem Kreise der Mitglieder, Partner und der ehemaligen Bezugspersonen der FKH zu einem Bankett und gemütlichem Zusammensein geladen.

In Ansprachen des amtierenden Präsidenten, Herrn Dr. Thomas Aschwanden, und des ehemaligen Präsidenten aus den Neunzigerjahren, Herr Dr. Fred Schwab, wurden die Gäste in die Ursprünge der FKH zurückversetzt und es wurde über die wichtigen Fortschritte und Schwerpunktaktivitäten der FKH bis zum heutigen Tag berichtet.

Professor Dr. Walter Zaengl, ehemaliger Leiter der Fachgruppe Hochspannungstechnik der ETH und wissenschaftlicher Beirat der FKH, berichtete über die Hochspannungsresonanzprüftechnik mit frequenzvariabler Einspeisung, die das ETH-Hochspannungslabor in den Siebzigerjahren gemeinsam mit der FKH bis zum einsatzfähigen System entwickelt hatte.

Das Jubiläumsfest wurde insbesondere auch für die Besichtigung der neu erstellten Betriebsgebäude mit Lagerhalle, Werkstatt und Büroräumen genutzt. Ausgestellt waren die kürzlich entwickelten leistungsfähigeren Resonanzdrosseln und weitere Prüfsysteme der FKH. Auch auf die umfangreiche Dienstleistungspalette der FKH wurde eingegangen.



Bild 2: Gewitteraufnahme auf dem San Salvatore aus der Zeit der Blitzforschung von 1962-1973



Bild 3: Ansprache des FKH-Präsidenten Dr. Thomas Aschwanden und Bankett im Festzelt

Nachruf Hugo Binz

Im vergangenen Jahr musste die FKH die traurige Nachricht entgegennehmen, dass Herr Hugo Binz 31.12.1929 bis 23.06.2012, von seiner Familie und den ehemaligen Kollegen für immer Abschied genommen hat.

Herr Binz trat am 02.08.1954 als Elektromechaniker in die FKH ein und war ihr als begeisterter, erfinderischer und äusserst engagierter Mitarbeiter bis zu seiner Pensionierung am 31.12.1994 - und mit einigen Auslandeinsätzen über dieses Datum hinaus - treu.

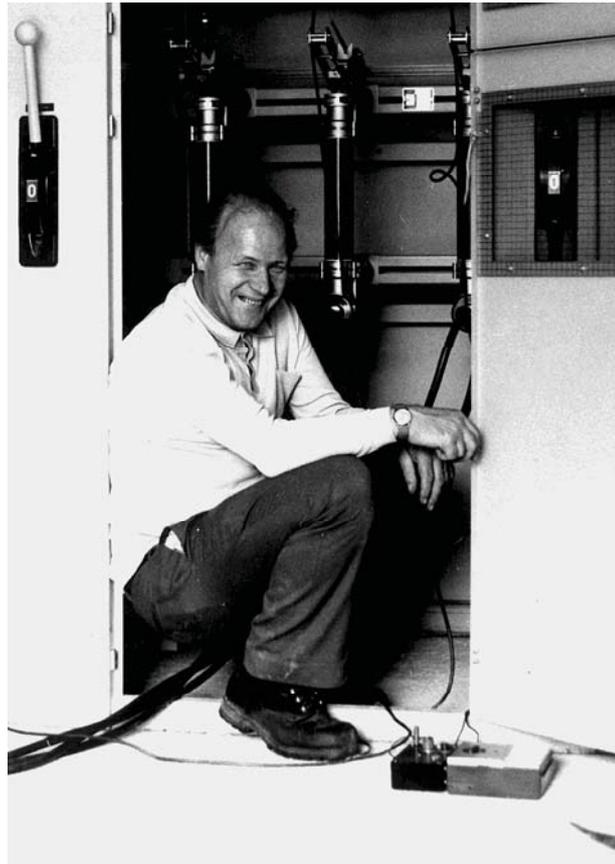


Bild 4: Hugo Binz bei der Versuchsvorbereitung in einer Mittelspannungsschaltzelle

Von 1962 bis 1973 war Herr Binz mit dem Betrieb der Blitzmessstation auf dem San Salvatore betraut. Dabei hat er teilweise alleine, teilweise mit seiner Familie die Sommermonate auf dem San Salvatore verbracht um fotografische Aufnahmen sowie Registrierungen von Blitzströmen und Feldstärken vorzunehmen.

In den folgenden Jahren war er oft als Projektleiter für unterschiedlichste Hochspannungsversuche und Vor-Ort-Prüfungen tätig, die von Erdungsmessungen über Stossstrom- und Stossspannungsversuche bis zu Wechselspannungsprüfungen reichten. Er war massgeblich an der Entwicklung der Serieresonanzprüfanlagen beteiligt und hat die ersten Anlagen in vielen erfolgreichen Prüfkampagnen vor Ort eingesetzt. Dabei hat er auch Versuche in fernen Ländern von Norwegen bis zur Arabischen Halbinsel geleitet.

Herr Hugo Binz wird uns als unerschrockener, tatkräftiger Mensch mit Pioniergeist in Erinnerung bleiben.

Dienstleistungen der FKH

Als unabhängige Institution bietet die FKH folgende Standarddienstleistungen an, welche vor allem vor Ort (z.B. in Unterwerken oder Kraftwerken), aber auch in Hochspannungslabors oder in der FKH-Versuchsstation Däniken ausgeführt werden können:

- Hochspannungsprüfungen mit Wechsellspannung von Anlagen und Komponenten vor Ort oder im Labor
- Isolierölanalysen und Beurteilung von Öl-Papier-Isolationssystemen
- Teilentladungsmessungen und Messungen dielektrischer Eigenschaften an Isolationssystemen von Hochspannungsbetriebsmitteln vor Ort oder in abgeschirmten Prüflabors
- Stossspannungs- und Stossstromprüfungen vor Ort oder stationär in der Versuchsstation Däniken
- Messung von transienten Vorgängen im Hochspannungsnetz und in Anlagen (Überspannungen, Resonanzen)
- Nachweis der Wirksamkeit von Erdungsanlagen (Erdungsmessungen)
- Schulungskurse im Bereich der Prüf- und Messtechnik
- Überprüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)
- Berechnung der thermischen Auslegung von Kabelstrecken und theoretische Abklärung von Beeinflussungsfragen
- Berechnung und Messung elektrischer und magnetischer Felder (EMF)
- Abnahme von HS-Anlagen oder Komponenten, Überwachung von HS-Prüfungen beim Hersteller
- Engineering und Beratung in Hochspannungs- und Blitzschutzfragen

Die erhältlichen Informationsbroschüren zu den Dienstleistungen werden auf der letzten Seite des Jahresberichts aufgeführt.



Bild 5: Hochspannungsresonanzprüfung einer 110-kV-Kabelstrecke

Auftragsarbeiten und statistische Übersicht

Neben diversen Forschungs- und Entwicklungsprojekten wurden im Berichtsjahr 2012 insgesamt 154 Auftragsarbeiten und 163 Isolierölanalysen für FKH-Mitglieder und Dritte ausgeführt, mit welchen folgender Umsatz erzielt wurde (Angaben aus dem Vorjahr in Klammern, siehe auch Bild 6):

Erlös aus Auftragsarbeiten für FKH-Mitglieder *)	CHF	3'651'710.- (3'890'129.-)
Erlös aus Auftragsarbeiten für Nichtmitglieder	CHF	351'841.- (424'257.-)
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	CHF	
Total gemäss FKH-Erfolgsrechnung 2012	CHF	4'003'551.- (4'314'386.-)

*) Nettoerlös, 10% Mitgliederrabatt abgezogen.

Tabelle 1: Erlös aus Auftragsarbeiten

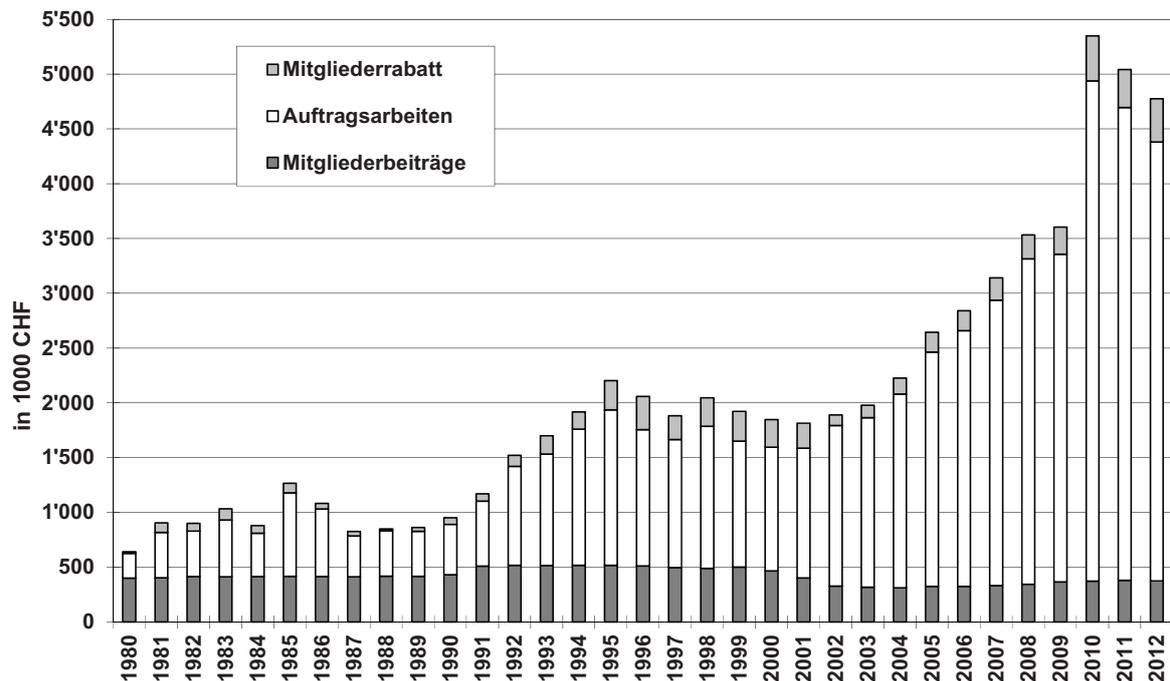


Bild 6: Erlös aus Auftragsarbeiten und Mitgliederbeiträgen, im Zeitraum von 1980 - 2012

Die Auftragstätigkeit der FKH-Arbeitsgruppe für Mitglieder und Dritte im Berichtsjahr 2012 kann folgenden Gebieten zugeordnet werden (prozentuale Verteilung bezogen auf den erzielten Nettoerlös, Angaben aus dem Vorjahr in Klammern):

Prüfung von Hochspannungs-Kabelanlagen	38% (43%)
Diagnose von Hochspannungsapparaten (Transformatoren)	12% (17%)
Prüfung von GIS oder GIL	20% (8%)
Erdungsmessungen / Nachweis von Blitzschutzmassnahmen	9% (7%)
Typprüfungen / Spezialversuche	2% (2%)
EMF / Korona / EMV / Transiente Vorgänge im Netz und in HS-Anlagen	0% (0%)
Beratungs- und Betreuungsaufgaben	2% (2%)
Isolierölanalysen	17% (21%)
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	0% (0%)

Tabelle 2: Prozentuale Verteilung der Auftragsarbeiten im Jahr 2012 nach Dienstleistungssparten aufgeschlüsselt (Vorjahr in Klammern)

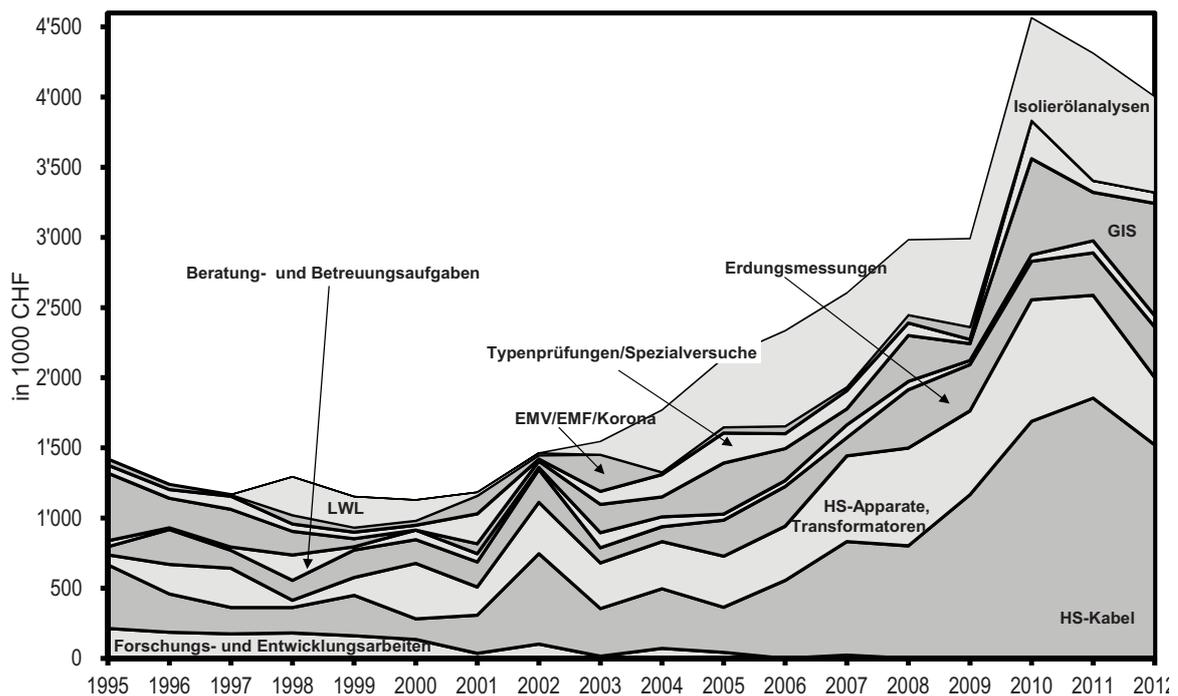


Bild 7: Entwicklung des Erlöses aus Auftragsarbeiten nach einzelnen Dienstleistungssparten (in CHF 1'000) über den Zeitraum von 1995 bis 2012

Ausgewählte Auftragsarbeiten

In diesem Teil des Jahresberichts wird dem Leser ein Einblick in einige aktuelle Arbeitsgebiete und Auftragsprojekte gegeben, welche sich durch Innovationen auszeichnen oder bei welchen die Aufgabenstellung neue Lösungsansätze erfordert.

DC/AC-Hybrid-Probetrieb an einer zweisystemigen 380-kV-Freileitung

Der Übertragungsnetzbetreiber Amprion in Deutschland führte im vergangenen Jahr eine *Messkampagne zur Untersuchung der Verwendung des bestehenden Höchstspannungsnetzes für die Gleichstromübertragung* durch.

Bei den Untersuchungen, mit denen die TU Dortmund beauftragt wurde, stand die Frage im Vordergrund, inwieweit das Gleichspannungsübertragungssystem ein paralleles AC-System auf demselben Mastsystem beeinflusst. Zu diesem Zweck wurden beim noch nicht in Betrieb stehenden Kraftwerk Datteln am Dortmund-Ems-Kanal an einer etwa 2 km langen 380-kV-Doppelleitung Versuche gefahren. Die FKH wurde beigezogen für die Einspeisung auf das Leiterseil, welches mit Wechselspannung gefahren wurde.

Im Rahmen eines mehrere Tage dauernden Testbetriebs wurde bei zwei Phasen eines Systems anstelle von Wechselspannung Gleichspannung mit positiver und negativer Polarität eingespeist. An einer dritten Phase wurde mittels einer FKH-Resonanzprüfquelle Wechselspannung angelegt (Bild 8).

Die TU Dortmund betrieb die Gleichspannungseinspeisungen und führte die messtechnischen Untersuchungen aus.

Mit drei neuen 80-H-Resonanzdrosseln der FKH gelang es, eine Phase der Freileitung während Stunden bei einer Betriebsfrequenz von nahezu 50 Hz auf der gewünschten Spannung von 245 kV zu halten.

Um Aufschluss über die DC-Beeinflussung zu bekommen, wurde bei der AC-Quelle der eingekoppelte DC-Anteil des Stroms gemessen. Dieser konnte deutlich nachgewiesen werden und war wie erwartet von den Betriebsbedingungen und Witterungseinflüssen abhängig.



Bild 8: Versuchsaufbau beim Kraftwerk Datteln am Dortmund-Ems-Kanal, Deutschland
links: zwei DC-Greiner-Kaskaden der TU Dortmund zur gleichzeitigen Einspeisung auf zwei Phasen mit positiver und negativer Polarität
Mitte: drei Serie-Resonanz-Drosseln der FKH zur Erzeugung einer Wechselspannung an einer weiteren Phase

C-tan δ -Messungen an Kabeln

Die Anschaffung eines mobilen Erfassungs- und Analysesystems ermöglicht der FKH im eigenen Labor oder vor Ort die Messung der Kapazitäten und der Verlustfaktoren an Hochspannungsisolationssystemen (MI 600 der Fa. Omicron). Mit dem neuen System können C-/tan δ -Messungen an allen Isolationssystemen und Betriebsmitteln durchgeführt werden. Auch geerdete Komponenten, wie Hochspannungskabel vor Ort, oder Statorwicklungen von Generatoren können mit dem System gemessen werden.

Durch die Verwendung von Glasfasertechnik kann der Strom durch die Kapazitäten in den Brückenweigen auf Potential gemessen werden. Es wird ausserdem eine vollständige galvanische Trennung zwischen den Erfassungsgeräten und dem steuernden Computer erreicht.

Das System wird zusammen mit einem Referenzkondensator eingesetzt. Es können Prüflinge mit einer Kapazität von 0.1 pF bis 50 μ F untersucht werden mit einem Strom im Hochspannungskreis von 20 μ A bis zu 28 A. Die Messunsicherheit beträgt $\pm 2\%$ des Messwerts + 2 E⁻⁴.

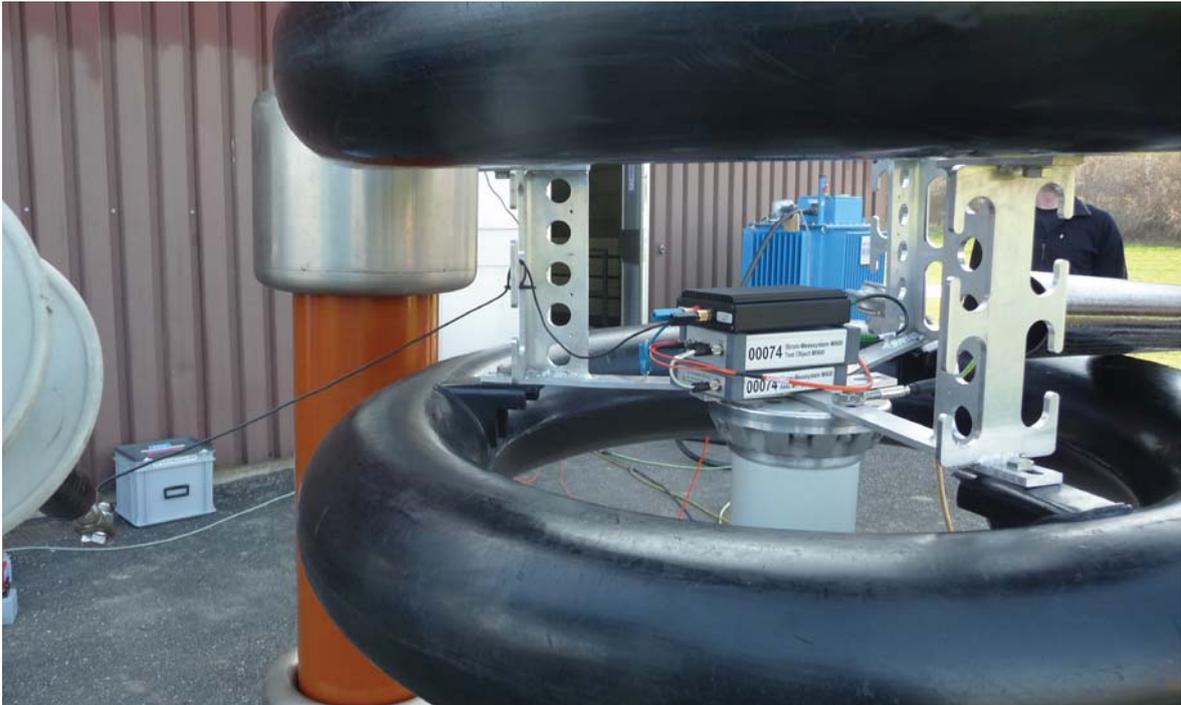


Bild 9: Beispiel für die Messung der Kapazität und des Verlustfaktors einer Kabelstrecke, bei welcher der Kabelschirm geerdet ist. Der Prüflingssensor mit Batterie sowie ein 28-A-Messshunt befinden sich zur Vermeidung von Koronaentladungen auf einem Hochspannungsteiler im feldfreien Raum

Wechselspannungsprüfungen und UHF-TE-Messungen an GIS

Im Berichtsjahr 2012 wurden gegenüber den Vorjahren nochmals deutlich mehr GIS-Anlagen geprüft. Nebst Prüfungen im Bereich 24 kV – 170 kV sowie zahlreichen Isolations-Diagnosen an in Betrieb stehenden Anlagen (50 kV – 400 kV) wurden vier 245-kV Anlagen mit total 43 Feldern, eine 330-kV Anlage mit 5 Feldern und zwei 420-kV Anlagen mit total 9 Feldern geprüft. Auslandeinsätze führten nach London und Riga (Lettland).

Bild 10 zeigt die Prüfaufbauten für die Wechselspannungsprüfung mit TE-Messung mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad für die Einhaltung der erforderlichen Schlagweiten bzw. der Erreichung der TE-Freiheit.



Aufbau im Freien für eine Prüfspannung von 515 kV an einer 420 kV GIS (Ur)

Aufbau in einer Kaverne für eine Prüfspannung von 380 kV an einer 245-kV-GIS (Ur); Schlagweite zur Decke ca. 1.2m

Bild 10: Prüfaufbauten für Wechselspannungsprüfungen mit TE-Messung an GIS

Die Erfahrungen der diversen Prüfungen hat bestätigt, dass viele Fehler erst vor Ort gefunden werden, und dass die TE-Messung ein unverzichtbares Mittel ist, um insbesondere solche Fehler zu ermitteln, welche ansonsten nur bei einer Blitzstossprüfung ansprechen würden. Die TE-Befunde bei Anlagen unterhalb 245 kV (bis hinab zu 24 kV) stützen die Haltung, dass es sinnvoll ist, eine Anlagenprüfung nach dem Stand der Technik durchzuführen und nicht nur nach den Minimalvorgaben der IEC.

GIS-Spannungsprüfung für ABB in Riga, Lettland

Im Auftrag von ABB führte die FKH im August eine Spannungsprüfung an einer GIS in Lettland durch. Die neu installierte Anlage TEC-1 in einem Aussenbezirk der lettischen Hauptstadt Riga war vom Typ ELK-3 (Bild 11) mit einer Betriebsspannung von 330 kV. Die GIS verfügte über vier Kabelabgangs-, ein Freileitungsabgangs- und ein Kuppelfeld. Die Prüfspannung wurde nach dem Resonanzprinzip erzeugt und über die Freileitungsdurchführungen eingespeist (Bild 12, Bild 13). Alle drei Phasen bestanden die 1-minütige Prüfung bei 425 kV nach der vorangegangenen Konditionierung bei 251 und 360 kV.

Besonders herausfordernd bei Auslandseinsätzen dieser Art ist die Organisation der Logistik für den Transport der Prüfanlage. Dank der guten Zusammenarbeit mit ABB konnten alle Termine eingehalten und die Prüfung fristgerecht abgeschlossen werden.



Bild 11: ELK-3 GIS, an der noch letzte Installationsarbeiten durchgeführt werden



Bild 12: Kapazitiver Spannungsteiler und Drosselturm. Der Arbeiter auf der Hebebühne installiert das Kabel zwischen Teiler und Freileitungsdurchführung



Bild 13: FKH Prüfanlage mit Frequenzumrichter (am rechten Bildrand)

TE-Detektion an Kabelendverschlüssen ohne Koppelkondensator

Begleitende Teilentladungsmessungen (TE-Messungen) bei Spannungsprüfungen von Kabelstrecken bezwecken in erster Linie die Kontrolle der Montage der Kabelgarnituren. Bild 17 zeigt schematisch eine Kabelstrecke, an welcher zur Überprüfung der Kabelendverschlüsse Teilentladungen an beiden Kabelenden über eine Messimpedanz ($50\ \Omega$) angekoppelt werden. Oft ist ein Anschluss des für die TE-Messung erforderlichen Koppelkondensators nicht möglich, etwa wenn der Kabelendverschluss sich auf einem hohen Gerüst oder auf einem Endmast befindet (Kabelendverschluss 1, links in Bild 14).

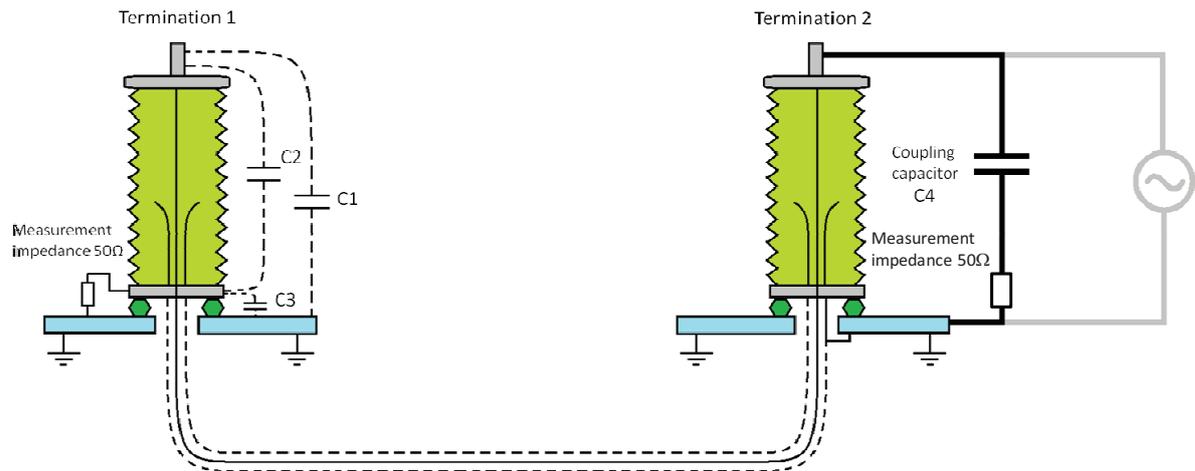


Bild 14: Prinzipskizze einer Spannungsprüfung mit Teilentladungsmessung an einer Kabelstrecke;
 Kabelende links: Endverschluss mit TE-Ankopplung ohne Koppelkondensator
 Kabelende rechts: Endverschluss, TE-Ankopplung mit Koppelkondensator, Prüfspannungsquelle

Fehlt die Koppelkapazität, dann sind die Voraussetzungen für eine kalibrierte Teilentladungsmessung nach der IEC Publikation 60270 strenggenommen nicht erfüllt. Der TE-Messkreis ist in diesem Fall nur über die sehr kleine Streukapazität des Endverschlusses gegen Erde geschlossen (C_1 in Bild 14). Obwohl in diesem Fall aus theoretischen Überlegungen nur ein schmales Empfindlichkeitsband bei hohen Frequenzen erwartet wird, werden bei Vor-Ort-Messungen in der Regel akzeptable Sensitivitäten festgestellt. Als Grundstörpegel werden typische Werte von $10 \dots 20\ \text{pC}$ erreicht. Unsicher ist allerdings, mit welchem Fehler der Grundstörpegel und insbesondere auch die „scheinbaren Ladungen“ einer Teilentladung im Endverschluss gemessen werden.

Im Rahmen einer Praktikumsarbeit eines IAESTE-Austauschstudenten wurden im Sommer 2012 Untersuchungen an Endverschlüssen im Labor und vor Ort durchgeführt (Bild 18). An einem montierten Kabelendverschluss einer 150-kV -Kabelstrecke wurde durch Messung und Computersimulation die Messabweichung von Teilentladungen im Innern des Endverschlusses bestimmt. Bild 16 zeigt das elektrische Ersatzschaltbild des montierten Kabelendverschlusses und Bild 17 das Resultat einer elektrischen Feldberechnung zur Bestimmung der Streukapazitäten.

Für den untersuchten Fall konnte ein maximaler Messfehler von 50% ermittelt werden, wenn der Bandpassfilter im Frequenzbereich von $5\ \text{MHz}$ bis $10\ \text{MHz}$ eingestellt wird und die Kalibratorkapazität $10\ \text{pC}$ nicht übersteigt. Dies bedeutet, dass die gemessene Ladung eines TE-Impulses zwischen Innenleiter und Deflektor um maximal 50% von der Messung einer gleichen Ladung abweicht, die durch einen aussen angeschlossenen Kalibrator erzeugt wird.

Bild 18 zeigt den Vergleich des zeitlichen Verlaufs eines an der Koppelimpedanz gemessenen Impulses mit dem berechneten Impuls mithilfe des Modells in Bild 19.



Bild 15: Vor-Ort-TE-Messversuche an einem Kabelendverschluss ohne Koppelkondensator

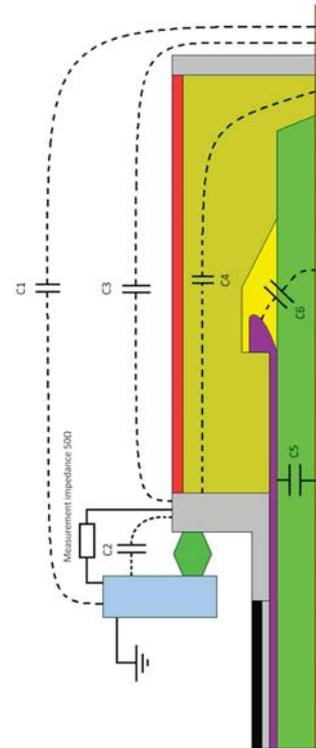


Bild 16: Elektrisches Modell eines Kabelendverschlusses

Weitere Untersuchungen, die zu einer allgemeinen Aussage über die TE-Messung an Endverschlüssen ohne Koppelkondensatoren führen sollen, sind geplant.

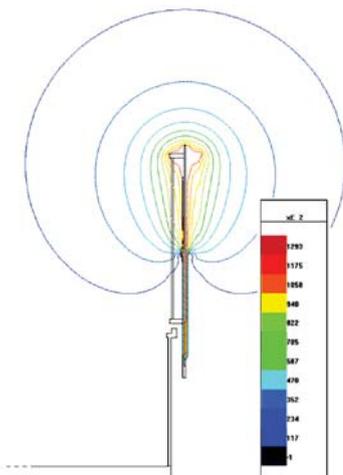


Bild 17: Resultat einer Feldberechnung in der Umgebung eines montierten Kabelendverschlusses zur Bestimmung der für das Modell benötigten Kapazitäten

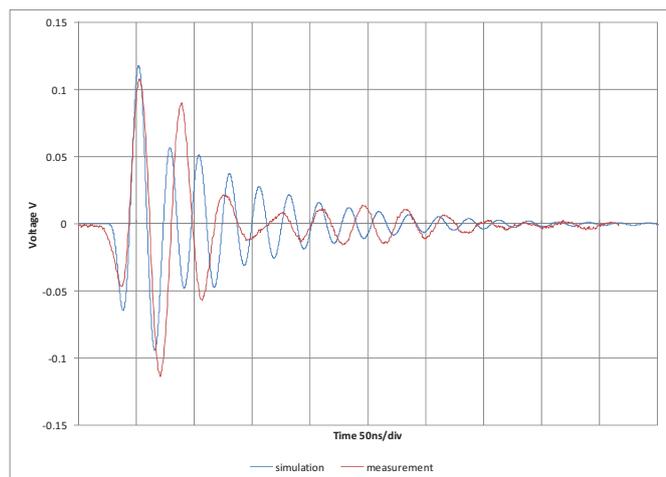


Bild 18: Vergleich des an der Messimpedanz erfassten Verlaufes des Kalibratorimpulses mit einem Impuls einer entsprechenden Computer-Simulation

Hochspannungskabelprüfung in Altstätten (SG)

Die Herausforderungen bei Vor-Ort-Einsätzen liegen nicht immer allein in der Anwendung anspruchsvoller Prüf- und Diagnosetechnologien. Oft überwiegen logistische und praktische Schwierigkeiten, wobei zur Lösung der Prüfaufgabe vom Projektleiter nebst Hochspannungskennntnissen auch Flexibilität und Kreativität abverlangt werden.

In der nachfolgend illustrierten Hochspannungskabelprüfung war der Prüfort am Übergangsmast Kabel – Freileitung mit dem Hochspannungsprüfmaterial über den vorgesehenen Anfahrtsweg nicht erreichbar (Bild 19).

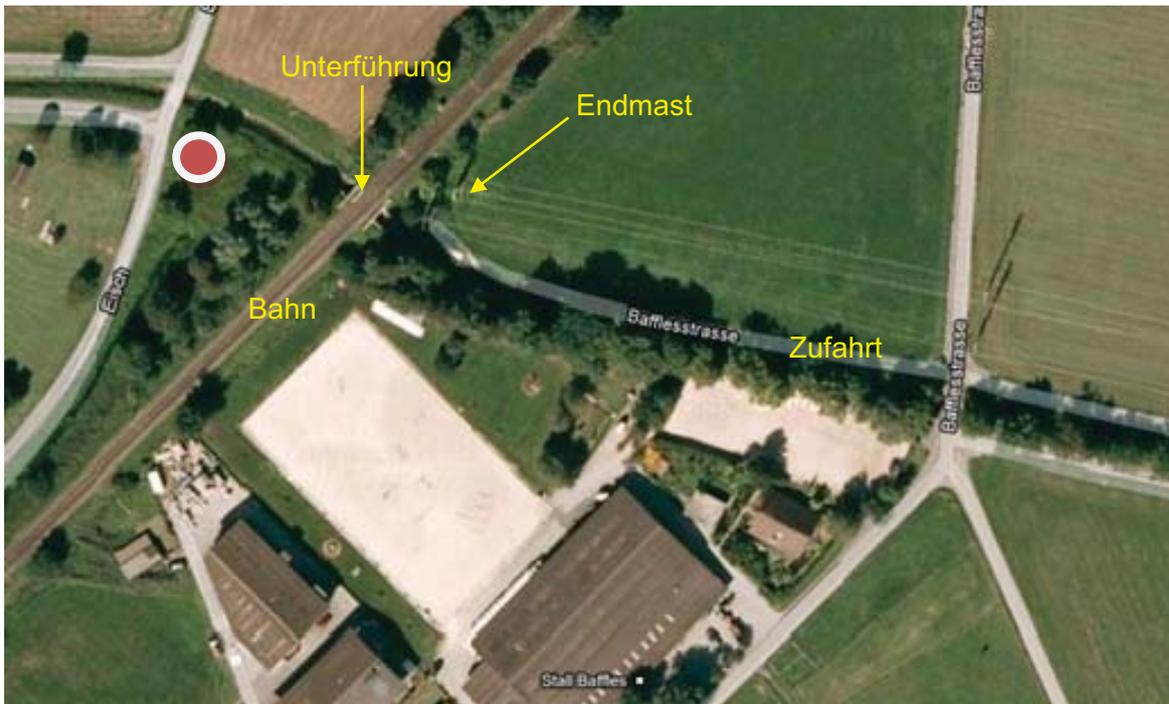


Bild 19: Luftbild der Umgebung des Endmasts (Quelle: Google Maps)

Der Lastwagen grub sich in den weichen Untergrund des ungenügend befestigten Zufahrtswegs (Mitte des Luftbilds) ein. Unverrichteter Dinge musste er von einem Traktor wieder zurück auf die Strasse gezogen werden (Bilder 20 und 21).



Bild 20: Bergung des Lastwagens mit dem Prüfmaterial



Bild 21: Einrichtung der Prüfanlage auf der Gegenseite der Bahnlinie

Jenseits des Kabelendmasts führt eine Bahnlinie. Der Kabelendverschluss am Mast war deshalb für die Prüfanlage von der Gegenseite nicht direkt zugänglich. Zur Lösung dieses Problems wurde der Entscheid gefällt, die Prüfanlage dennoch auf der anderen Seite der Bahnstrecke aufzustellen und die Untertunnelung des Gleises für einen Bach auszunutzen, um eine Hochspannungsprüfleitung bis zum Endmast aufzubauen (Bild 23 roter Punkt).



Bild 22: Hochspannungsprüfleitung auf die andere Seite der Bahnstrecke



Bild 23: Isolierstützen zur Spannungszuführung für die Kabelprüfung am linken Endmast

Die Hochspannungsverbindung musste nun über Isolierstützen bis auf die andere Seite zu den Endverschlüssen verlegt werden – ebenso der Erdleiter (Bild 22 und 23).

Mit dieser ungewöhnlichen Lösung für die Hochspannungseinspeisung konnte die Prüfung ohne weitere Zwischenfälle erfolgreich durchgeführt werden.

Rückblick des Isolieröllabors

Zwei Highlights sind es, die das Isolieröllabor der FKH im Berichtsjahr 2012 geprägt haben:

1. Die Akkreditierung gemäss ISO/IEC 17025 als "Prüfstelle Typ B für Isolieröl und Buchholz-Gas" durch die Schweizerische Akkreditierungsstelle SAS des Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartementes EVD:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Schweizerische Akkreditierungsstelle SAS

Gestützt auf die Akkreditierungs- und Bezeichnungsverordnung vom 17. Juni 1996 und die Stellungnahme der eidgenössischen Akkreditierungskommission erteilt die Schweizerische Akkreditierungsstelle (SAS) dem

FKH Isolieröllabor
Versuchsstation
CH-4658 Däniken

die Akkreditierung als

Prüfstelle Typ B für Isolieröl und Buchholz-Gas

akkreditierung

nach der Norm ISO/IEC 17025. Der Geltungsbereich ist im offiziellen Verzeichnis akkreditierter Prüfstellen festgelegt.



Akkreditierungszeichen und -nummer: STS 581

Datum der Akkreditierung: 15. Oktober 2012

Gültigkeit der Akkreditierung bis: 14. Oktober 2017

CH-3003 Bern-Wabern, 15. Oktober 2012
Schweizerische Akkreditierungsstelle


Der Leiter
Konrad Flück

2. Die Inbetriebnahme des LIMS (Labor- Informations- und Management-System)

Das erste Highlight, die Erteilung der Akkreditierung, bescheinigt dem Isolieröllabor ein hohes Mass an Qualität in Bezug auf Messgenauigkeit und Kompetenz auf dem Gebiet der Isolieröle und der Interpretation von Analyseresultaten in Bezug auf die Betriebssicherheit der untersuchten Geräte. Das zweite Highlight, die LIMS-Einführung, bedeutet eine erhebliche Arbeitsentlastung bei der Auftragsabwicklung, der Datenerfassung und der Auswertung.

Durch die Einführung des LIMS

- stehen die Messwerte aktuell im Intranet der FKH jederzeit zur Verfügung
- ist durch den Aufbau einer Datenbank (alle alten Daten werden noch ergänzt) der Datenvergleich zwischen den untersuchten Betriebsmitteln untereinander leicht möglich
- können für die Auftraggeber vergleichende Darstellungen von aktuellen mit früheren Analysewerten erstellt werden
- kann die Entstehung der Analyseergebnisse zurückverfolgt werden in Bezug auf Messmittel, Operator, Chemikalien, Datum und Zeit der Probenahme und Analyse
- werden die Kalibrierungstermine und Kalibrierdaten der Messmittel verwaltet
- werden die Mess- und Analyse-Daten nach einer Kontrolle elektronisch in die Datenbank eingelesen, womit Abschreibfehler vermieden werden
- können die Berichte direkt aus der Datenbank erstellt werden, was ein manuelles Übertragen von Messwerten unnötig macht und eine weitere Fehlerquelle ausschliesst

Das neue Softwaresystem stand in der zweiten Jahreshälfte im Betrieb, wobei das Labor-team und die FKH-Kunden von der wesentlich rationelleren Auftragsabwicklung und der verbesserten Datensicherheit bereits merklich profitieren konnten.



Bild 24: Ansicht FKH-Isolieröllabor

Entwicklungen und Investitionen

Erneuerung des Standorts Däniken

Die letzten Arbeiten im Zusammenhang mit der Erneuerung in Däniken wurden im Frühling 2012 abgeschlossen. Nebst den Abschlussarbeiten wurde der Prüfunterstand für Freilufthochspannungsversuche mit Vordach in Betrieb genommen. Die Wiese im Zentrum der Station wurde nach Zuschüttung des Grabens für das ehemalige Anschlussgleis wo nötig neu begrünt und die Wegbeleuchtung im Areal vervollständigt.

Schliesslich wurde das automatische Rolltor für die Lastwagenzufahrt in Betrieb genommen.

Mit diesen letzten Arbeiten sind die Erneuerungsprojekte, welche in den Generalversammlungen 2009 und 2011 vorgestellt und die Budgets von den Mitglieder in einer Abstimmung bewilligt worden waren, abgeschlossen.



Bild 25: FKH-Gebäude in der Versuchsstation Däniken nach abgeschlossener Umgebungsarbeit

Ersatz der Steuerung des 1-MV-Freiluftprüftransformators

Die alte Steuerung des 1-MV-Prüftransformators POF 1000, Moser – Glaser & Co. AG Muttenz aus dem Jahr 1959 wurde durch eine neue Steuerung ersetzt. Nebst einer wahlweise umsteckbaren Einspeisung für Induktionsregler oder Frequenzumrichter wurden auch Eingänge für vorhandene Kompensationsdrosseln vorgesehen. Der neue Steuerschrank besitzt auch eine grosse Digitalanzeige für Strom und Spannung, die im ganzen Raum sichtbar ist.



Bild 26: 1000-kV-Prüftransformator, Moser - Glaser AG



Bild 27: Neuer Steuerschrank für den 1-MV-Prüftransformator

Fachveranstaltungen

FKH-Fachtagung „Isolationsdiagnose und Ermittlung des Alterungszustands von Hochspannungskomponenten“

Am Mittwoch, 5. Dezember 2012 fand die traditionelle Fachtagung der FKH an der Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud in Yverdon statt, an welcher 110 Teilnehmer begrüsst werden konnten.

Die Tagung wurde zweisprachig, deutsch/französisch, abgehalten. Mit dem gewählten Thema wurden die bekannten Alterungsmechanismen in Feststoffisolationen und gemischt dielektrischen Isolationssystemen aufgezeigt. Die Beiträge konzentrierten sich auf die modernen Möglichkeiten zur Untersuchung des Alterungszustands der Isolationssysteme. Hochspannungsisolierungen stellen in der Regel die lebensdauerbestimmenden Komponenten der Netzbetriebsmittel dar. Ausserdem bestimmen sie die Wartungsintervalle, Instandhaltungsmassnahmen und den Zeitpunkt für die Erneuerung der Betriebsmittel.

Ein Schwerpunkt in der Schlussdiskussion stellten die Zukunftsperspektiven der Monitoring- und Diagnosemethoden und deren Anwendung in der Praxis dar.

Gehaltene Vorträge im Rahmen der Fachtagung	Referent
Begrüssung durch den Präsidenten der FKH	FKH Präsident Dr. Thomas Aschwanden KWO, Innerkirchen
Introduction au thème de la journée	Modérateur Prof. Jean-François Affolter HEIG-VD Yverdon
Alterungsprozesse in Isolationssystemen von Hochspannungskomponenten	Dr. Jitka Fuhr BKW FMB Energie AG, Netze Ostermundigen
Neue Isolationsbeanspruchungen durch den Einsatz alternativer Energiequellen	Martin Boss Pffiffer Messwandler AG Hirschthal
Röntgenpulsgetriggerte Teilentladungsmessungen	Sedat Adili, ETH Zürich EEH High Voltage Laboratory
Erkenntnisse aus den Verlustfaktormessungen zur Alterung von Statorisolationen	Dr. Thomas Brügger FKH, Zürich
Diagnostics des câbles de nos Réseaux Moyenne Tension, Proposition d'uniformisation et retour d'expérience du GRUT (Groupe Romand d'Unification Technique)	Marc Weber SIG, Genève
Diagnosesysteme - aktuelle Entwicklungen und Zukunftsvisionen	Dr. Maik Koch Omicron electronics GmbH A-Klaus
Durée de vie de nos câbles	Dr. François Cochet Nexans Suisse SA, Cortailod
Mesures de la FRA en ligne sur des équipements bobinés à haute tension pour la surveillance de l'isolation	Prof. Dr. Joseph Moerschell HE-SO Valais, Sion

Tagungsbände für diese Veranstaltungen und auch für frühere Fachtagungen sind bei der FKH zum Selbstkostenpreis erhältlich (siehe auch Internetseite der FKH: www.fkh.ch).

Zusammenarbeit mit Hochschulen / Nachwuchsförderung

Praktikum

Ossi Matias Bergius, M.sc.El.Eng., Tampere University of Technology Finland (IAESTE Switzerland)

„Partial discharge detection and evaluation on high voltage cable terminations without coupling capacitor“

Betreuer: Dr. Reinhold Bräunlich, Pascal Fehlmann

Diplomarbeit (SS 2012)

Mitbetreuung einer Diplomarbeit der ABB Technikerschule Baden

Roland Hasler, Etienne Rittener: „Hochfrequenzverhalten von Hochspannungstransformatoren“

Betreuer: Dr. Vahe Der Houhanessian, Dr. Reinhold Bräunlich, FKH

Beiträge zu Lehrveranstaltungen

Vortrag und Übung: „Testing and commissioning in the field“ im Rahmen der Vorlesung: „Technologie der Komponenten elektrischer Energiesysteme“ Prof. Dr. Christian Franck, High Voltage Laboratory, ETH Zürich.

Referent: Dr. Reinhold Bräunlich, 3. Mai 2012

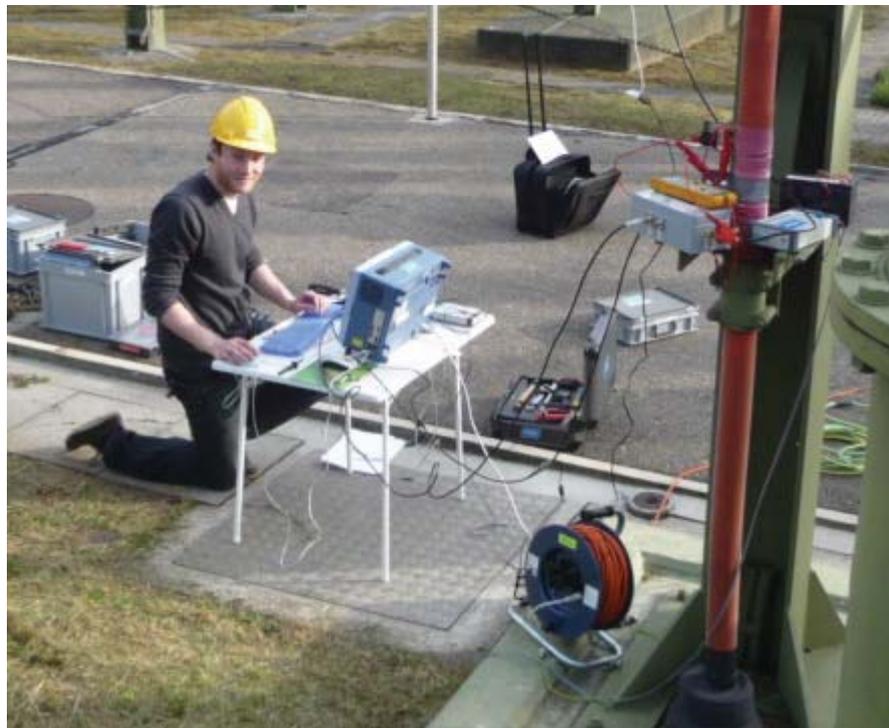


Bild 28: IAESTE-Praktikant Ossi Matias Bergius bei Teilentladungsmessungen an Kabelendverschlüssen

Teilnahme an Fachveranstaltungen, Referate, Publikationen

Teilnahme an Fachtagungen, Referate

Reinhold Bräunlich

3-tägige Teilnahme an der 44-sten Sitzung der Cigré in Paris (Palais des Congrès) vom 26. bis 31. August 2012

Thomas Brügger

“Erkenntnisse aus den Verlustfaktormessungen zur Alterung von Statorisolationen”, FKH-Fachtagung, 05.12.2012 in Yverdon-les-Bains

Thomas Brügger

Teilnahme an der Omicron Anwendertagung vom 22.–24. Mai 2012 in Essen, Deutschland

Pascal Fehlmann

Teilnahme am Weidmann Transformer Seminar vom 03.–05.07.2012 in Rapperswil

Mario Gobeli

Teilnahme an der Fachtagung Energie “Kabel- und Kabelmesstechnik vom 04.-05.12.2012 in Fulda, Deutschland

Hans-Josef Knab

IEC TC10MT20: “Revision of IEC-Standard 60599” (“Mineral oil-impregnated electrical equipment in service – guide to the interpretation of dissolved and free gases analysis”) Brüssel 18.04.2012 und Dubrovnik 31.10.2012

Hans-Josef Knab

CIGRE WG47: “New developements in DGA”
Brüssel 16. und 17.04.2012 und Dubrovnik 29. und 30.10.2012

Hans-Josef Knab

in Zusammenarbeit mit Hans-Peter Albert, Axpo Power AG, und Max Oesch, Maagtechnic:
“Öle und Schmierstoffe in der Elektrizitätsbranche”. Weiterbildungsveranstaltung des VSE in Aarau, 17. und 18. Oktober 2012

Stefan Neuhold

Teilnahme an der Veranstaltung “Innovation und Kreativität in Konstruktion und Entwicklung” vom 04. und 05. Oktober 2012 in Ostfildern

Stefan Neuhold

CIGRE Working Group D1.25, 17. Januar 2012 in Lyon, Frankreich

Stefan Neuhold

CIGRE Working Group D1.25/D1.28, 15./16. Mai 2012 in Baden

Stefan Neuhold

CIGRE Working Group D1.25/D1.28, 27.–30. August 2012 in Paris

Stefan Neuhold

CIGRE Session 2012, 27.–31. August 2012 in Paris

Stefan Neuhold
CIGRE Working Group D1.28, 31.11.2012 in Dubai

Stefan Neuhold
CIGRE Working Group D1.25, 01.12.2012 in Dubai

Matthias Weidmann
Teilnahme an der Fachausstellung im Rahmen der Transformer Life Management Tagung
2012 am 24.–25. September 2012 in Halle

Publikationen

T. Brügger
“Zyklische Isolationsalterung bei grossen Hydrogeneratoren”
Bulletin SEV/VSE, Nr. 5, S. 40-43, 2012

Hans-Josef Knab, Marie-Claude Lessard (Convenor)
“Furanic compounds for diagnosis”, Cigré WG D1.01, ISBN: 978-2-85873-186-2, Cigré-
Band 494

S.M. Hoeck, S.M. Neuhold
“Tuned Medium-Band UHF PD measurement method for GIS”
CIGRE, Paris, D1-304, 27.–31. August 2012

S.M. Hoeck, S.M. Neuhold, O. Kessler
“UHF-TE-Messung an GIS mit abstimmbarem Messfilter mittlerer Breite”
ETG Tagung, Fulda, Deutschland, 15./16. November 2012

Mitgliedschaft / Mitarbeit in Fachgremien und Kommissionen

Die FKH ist bei folgenden Institutionen als Mitglied eingetragen:

Forschungsgemeinschaft für Hochspannungs- und Hochstromtechnik (FGH) e.V., Mannheim

Die FKH ist korrespondierendes Mitglied bei der FGH.

Förderkreis "Blitzschutz und Blitzforschung" des VDE, Frankfurt am Main

Die FKH ist Mitglied im Förderkreis des ABB (Ausschuss Blitzschutz und Blitzforschung).

Die FKH ist bei folgenden nationalen und internationalen Fachgremien vertreten:

CES electrosuisse TK "Erdungssysteme"

Mitglied: Reinhold Bräunlich

Mitglied: Günther Storf

CES electrosuisse TK 10: "Flüssigkeiten für elektrotechnische Anwendungen"

Mitglied: Hans-Josef Knab

CES electrosuisse TK 20: "Elektrische Kabel"

Mitglied: Günther Storf

CES electrosuisse TK 38, WG 1 und IEC TC 38, WG 42: "Messwandler, Ferroresonanz"

Mitglied: Reinhold Bräunlich

CES electrosuisse TK 42: "Hochspannungs- und Hochstrom-Prüftechnik"

Mitglied: Reinhold Bräunlich

CES electrosuisse TK 2: "Elektrische Maschinen"

Mitglied: Thomas Brügger

CIGRE WG D1.25: „Review of UHF and acoustic PD detection on GIS“

Mitglied: Stefan Neuhold

CIGRE WG D1.29 „Partial Discharges in Transformers“

Mitglied: Pascal Fehlmann

IEC TC 10 WG 21: IEC 62701 "Reprocessed mineral insulating oils – Re-refined oils and reclaimed mineral oils for transformers and switchgear"

Mitglied: Hans-Josef Knab

IEC TC 10 Maintenance Teams: MT 20, MT 21, MT 22, MT 24, MT 25, MT 30

Mitglied: Hans-Josef Knab

CIGRE TF D1.01.13: "Furans for diagnostics"

Mitglied: Hans-Josef Knab

CIGRE WG D1.01.15: „DGA in non-mineral oils, load tap changers and other topics“

Mitglied: Hans-Josef Knab

DKE (VDE/DIN) als Gast im K182: "Flüssigkeiten und Gase für elektrotechnische Anwendung"

Mitglied: Hans-Josef Knab

FKH-Mitglieder

Verbände

Electrosuisse
8320 Fehraltorf

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE)
5001 Aarau

Werksmitglieder

Aare Energie AG
4601 Olten

AEK Energie AG
4503 Solothurn

AEW ENERGIE AG
5001 Aarau

AG Kraftwerk Wägital
8854 Siebnen

Alpiq Netz AG Gösgen
4601 Olten

Alpiq Réseau SA Lausanne
1001 Lausanne

Axpo Power AG
5401 Baden

Axpo Trading AG
5080 Laufenburg

Azienda Elettrica Ticinese
6501 Bellinzona

Aziende Industriali della città di Lugano
6901 Lugano

BKW FMB Energie AG
3013 Bern

CKW AG
6002 Luzern

EBM Netz AG
4142 Münchenstein

EKT AG
9320 Arbon

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
8050 Zürich

Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
8022 Zürich

Energie-Service Biel/Bienne
2504 Biel

Energie Wasser Bern
3001 Bern

ewl energie wasser luzern
6002 Luzern

GROUPE E SA
1701 Fribourg

IBAAarau Strom AG
5001 Aarau

Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG
4658 Däniken

Kraftwerke Hinterrhein AG
7430 Thusis

Kraftwerke Oberhasli AG (KWO)
3862 Innertkirchen

onyx Energie Netze
4901 Langenthal

Repower AG
7742 Poschiavo

Sankt Galler Stadtwerke
9001 St. Gallen

SBB Energie
3052 Zollikofen

**Service de l'électr. de la Ville de
Lausanne**
1000 Lausanne 9

Services Industriels de Genève SIG
1211 Genève 2

St. Gallisch-Appenz. Kraftwerke AG
9001 St. Gallen

Stadtwerk Winterthur
8402 Winterthur

Verzasca SA
6901 Lugano

Industriemitglieder, Ingenieurbüros und weitere Mitglieder

ABB Schweiz AG
8050 Zürich

ABB Sécheron SA
1211 Genève 2

Agea - Kull AG
4552 Derendingen

Alpha Elektrotechnik AG
2560 Nidau

ALSTOM Grid AG
5036 Oberentfelden

Arnold AG
Energie & Telecom
3072 Ostermündigen

BCP Busarello+Cott+Partner AG
8703 Erlenbach

Brugg Kabel AG
5200 Brugg

Cellpack Power Systems AG
5612 Villmergen

EA Elektroarmaturen AG
8200 Schaffhausen

EcoWatt Projects AG
8852 Altendorf

**Eidgenössisches
Starkstrominspektorat**
8320 Fehraltorf

Haefely Test AG
4052 Basel

LEONI Studer AG
4658 Däniken

Maxwell Technologies SA
1728 Rossens

Nexans Suisse SA
2, rue de la Fabrique
2016 Cortaillod

OMICRON electronics GmbH
A-6833 Klaus

Pfiffner Messwandler AG
5042 Hirschthal

Pfisterer Ixosil AG
6460 Altdorf

Pöyry Energy AG
8037 Zürich

Retranol GmbH
8810 Horgen

Siemens Schweiz AG
8047 Zürich

Weidmann Electrical Technology AG
8640 Rapperswil

Korrespondierende Mitglieder

Berner Fachhochschule

3400 Burgdorf

Ecole d'Ingénieurs de l'Etat de Vaud

1400 Yverdon-les-Bains

Ecole d'Ingénieurs et d'Architectes de Fribourg

1705 Fribourg

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

1015 Lausanne

Eidgenössische Technische

Hochschule Zürich

FG Hochspannungstechnologie

8092 Zürich

Forschungsgemeinschaft für

Hochspannungs- und Hochstromtechnik E.V.

D-68201 Mannheim

Haute école valaisanne

1950 Sion

Hochschule für Technik + Architektur Chur

7000 Chur

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

8401 Winterthur

Mitgliederbestand per 31.12.2012

Verbände	2	(2)
Werksmitglieder	33	(34)
Industriemitglieder, Ingenieurbüros und weitere Mitglieder	23	(22)
Korrespondierende Mitglieder	9	(9)
Total Mitglieder per 31.12.2012	67	(67)
(Stand per 31.12.2011 in Klammern)		

Informationsbroschüren der FKH

FKH Portrait d/f/e

Leistungstransformator-Diagnose / Diagnostic de transformateurs de puissance / Diagnosis of power transformers

Kabelprüfungen und Kabeldiagnose vor Ort / Essais de câbles et essais diagnostiques sur site / On-site cable testing and diagnosis

Erdungsmessungen in Unterwerken und Kraftwerken / Mesure de mise à la terre des sous-stations et des centrales / Grounding measurements in substations and power plants

Prüfungen von gasisolierten Schaltanlagen / Essais de postes sous enveloppe métallique (PSEM) / Testing of gas insulated switchgear

Isolierölanalysen / Analyses d'huile d'isolation / Insulating oil analysis

Literaturrecherche

Die Broschüren werden auf Wunsch zugestellt.

Zufahrtspläne für die FKH-Standorte

FKH-Geschäftsstelle, Voltastrasse 9, 8044 Zürich



FKH-Versuchsstation und –Isolieröllabor, 4658 Däniken

