



Fachkommission für Hochspannungsfragen

Commission d'étude des questions relatives à la haute tension



JAHRESBERICHT 2010

Inhalt	Seite
Vorwort des Präsidenten und des Geschäftsleiters	3
Struktur und Leitbild der FKH	5
FKH-Vorstand.....	7
FKH-Arbeitsgruppe.....	8
Dienstleistungen der FKH	9
Auftragsarbeiten und statistische Übersicht	10
Ausgewählte Auftragsarbeiten	12
Entwicklungen und Investitionen	18
Veranstaltungen	21
Zusammenarbeit mit Hochschulen / Nachwuchsförderung	22
Teilnahme an Fachveranstaltungen, Referate, Publikationen.....	22
Mitgliedschaft / Mitarbeit in Fachgremien und Kommissionen	24
FKH-Mitglieder	25
Informationsbroschüren der FKH	28
Zufahrtspläne für die FKH-Standorte	28

Vorwort des Präsidenten und des Geschäftsleiters

Sehr geehrte FKH-Mitglieder, sehr geehrte Freunde der FKH

Unser Verein blickt auf ein erfolgreiches Geschäftsjahr 2010 zurück: Zum einen konnte die im Vorjahr beschlossene Erneuerung der baulichen Infrastruktur in der Versuchsstation Däniken nach Plan realisiert werden, zum andern war im Berichtsjahr erneut ein substantieller Zuwachs bei der Nachfrage nach Dienstleistungen und Hochspannungsprüfungen zu verzeichnen.

Diese erfreuliche Entwicklung der Dienstleistungsaktivitäten für Mitglieder und sonstige Kunden der FKH hat bei der Jahresrechnung 2010 zu einem überaus positiven Ergebnis geführt. Insbesondere konnte der Finanzbedarf für die im Berichtsjahr getätigten Investitionen vollumfänglich durch Eigenmittel gedeckt werden. Allen Mitgliedern und Kunden, die mit ihrem Vertrauen und Interesse an den FKH-Dienstleistungen zu diesem erfolgreichen Jahresergebnis beigetragen haben, möchten wir an dieser Stelle herzlich danken.

Die Abwicklung der grossen Anzahl von Prüfaufträgen und die Betreuung des Erneuerungsprojekts Däniken hat den Mitarbeitern der FKH-Arbeitsgruppe sehr viel Engagement und Flexibilität abverlangt. Für diesen ausserordentlichen Arbeitseinsatz sei allen FKH-Mitarbeitern und -Mitarbeiterinnen herzlich gedankt!

Durch die termingerechte Fertigstellung der neuen Lagerhalle in Däniken konnte die Zeit der logistisch erschwerten Auftragsabwicklung minimiert werden. In dieser schwierigen Phase musste das gesamte Hochspannungsprüfmaterial in eine gemietete Halle in Dulliken ausgelagert werden. Nach einer Bauzeit von nur sieben Monaten stand die neue Lagerhalle im November 2010 für die Unterbringung der mobilen Prüfanlagen und für das Vor-Ort-Material bereit und wird seither intensiv genutzt. Die Werkstatt und das Bürogeschoss im neuen Mehrzweckgebäude sind weitgehend fertiggestellt und werden im Verlauf des Jahres 2011 bezogen.

Bei der Weiterentwicklung der Resonanz-Prüfanlagen konnte im Berichtsjahr ein verbesserter Prototyp einer Hochleistungs-Resonanzdrossel im Prüfbetrieb erfolgreich eingesetzt werden. Die Entwicklungsarbeit an diesem Drosseltyp ist damit abgeschlossen. Eine Beschaffung einer Serie von vier Drosseln dieses Typs ist ab 2011 vorgesehen.

Die aktuellen und zukünftigen Bedürfnisse bei den Vor-Ort-Hochspannungsprüfungen, insbesondere bei den Hochspannungskabelanlagen und bei grossen Leistungstransformatoren erfordern eine Erweiterung des Prüfmittelparks. Diese technisch anspruchsvollen Entwicklungen und Beschaffungen benötigen Ingenieurkapazität und Kapital. Diese Ressourcen sind bei der FKH knapp. Es ist deshalb die Aufgabe des FKH-Vorstandes und der Geschäftsleitung dafür zu sorgen, dass die Prioritäten bei den Investitionen immer auf die Bedürfnisse der Mitglieder und Kunden ausgerichtet sind.

Mit dem neuen Mehrzweckgebäude und den Erneuerungen in der Versuchsstation Däniken besitzt die FKH eine solide logistische Basis für ein erweitertes und verbessertes Dienstleistungsangebot. Insbesondere ergeben sich durch die zweckmässige und moderne Infrastruktur in Däniken neue Möglichkeiten und Chancen für die Weiterentwicklung der Prüf- und Diagnoseaktivitäten. Wir sind überzeugt, dass die FKH mit diesem Erneuerungsschritt auf dem richtigen Weg ist. Wir freuen uns, wenn Sie uns weiterhin auf diesem Weg begleiten.

Dr. Thomas Aschwanden
Präsident

Dr. Reinhold Bränlich
Geschäftsleiter

Struktur und Leitbild der FKH

Struktur der FKH

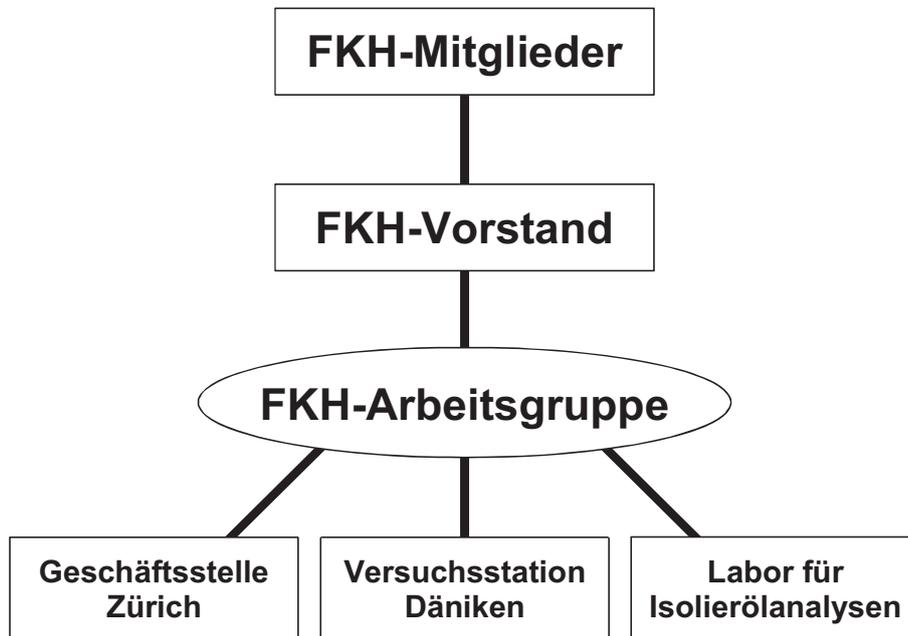


Bild 1 Struktur der FKH

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 (ab 05.05.2010) Brugg Kabel AG
Mitglieder	Martin Aeberhard Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Division Infrastruktur Energie Peter Betz Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) Dr. Reinhold Bräunlich ¹ Fachkommission für Hochspannungsfragen (FKH) Peter Fessler Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) Prof. Dr. Klaus Fröhlich ² Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ) David Gautschi (ab 05.05.2010) ALSTOM Grid AG Dr. Werner Hofbauer ABB Schweiz AG Prof. Dr. Heinz Kronig Fachhochschule Sion Bernhard Krummen Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne (SEL) Christian Lindner (ab 05.05.2010) Axpo AG Serge Michaud Electrosuisse Charles Moser BKW FMB Energie AG (BKW) Martin Weibel Alpiq Netz AG Gösgen Dr. Pierre Zweiacker ² Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
Kontrollstelle	Doris Joos , ewz Heinz Huber , EKZ (bis 31.08.2010)

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. Vahe Der Houhanessian dipl. El.-Ing. ETH	houhanessian@fkh.ch
	Pascal Fehlmann , El.-Ing. FH	fehlmann@fkh.ch
	Mario Gobeli , El.-Ing. FH	gobeli@fkh.ch
	Dr. Thomas Heizmann , 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
	Rudolf Zellweger (bis 31.12.2010) dipl. Phys. ETH	zellweger@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	Dr. Thomas Heizmann rue du Littoral 58c 2025 Chez-le-Bart	Tel. 032 725 2485 Fax 032 835 1130 heizmann@fkh.ch
Internet-Adresse	www.fkh.ch	

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 auf dem FKH-Freiluftprüffeld Däniken ausgeführt werden können:

- Hochspannungsprüfungen mit Wechselfeldspannung von Anlagen und Komponenten vor Ort oder im Labor
- Isolierölanalysen und Beurteilung von Öl-Papier-Isolationssystemen
- Teilentladungsmessungen und Messungen dielektrischer Eigenschaften 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 erhältlichlichen Informationsbroschüren zu den Dienstleistungen werden auf der letzten Seite des Jahresberichts aufgeführt.



Bild 1 Erdungsmessungen in Unterwerken

Auftragsarbeiten und statistische Übersicht

Neben diversen Forschungs- und Entwicklungsprojekten wurden im Berichtsjahr 2010 insgesamt 194 Auftragsarbeiten und 173 Isolierölanalysen für FKH-Mitglieder und Dritte ausgeführt, mit welchen folgender Umsatz erzielt wurde (Angaben aus dem Vorjahr in Klammern, siehe auch Bild 2):

Erlös aus Auftragsarbeiten für FKH-Mitglieder ^{*)}	CHF	4'027'706.-	(2'245'200.-)
Erlös aus Auftragsarbeiten für Nichtmitglieder	CHF	537'551.-	(743'597.-)
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	CHF	-.-	(-.-)
Total gemäss FKH-Erfolgsrechnung 2010	CHF	4'565'257.-	(2'988'797.-)

^{*)} Nettoerlös, 10% Mitgliederrabatt abgezogen.

Tabelle 1 Erlös aus Auftragsarbeiten

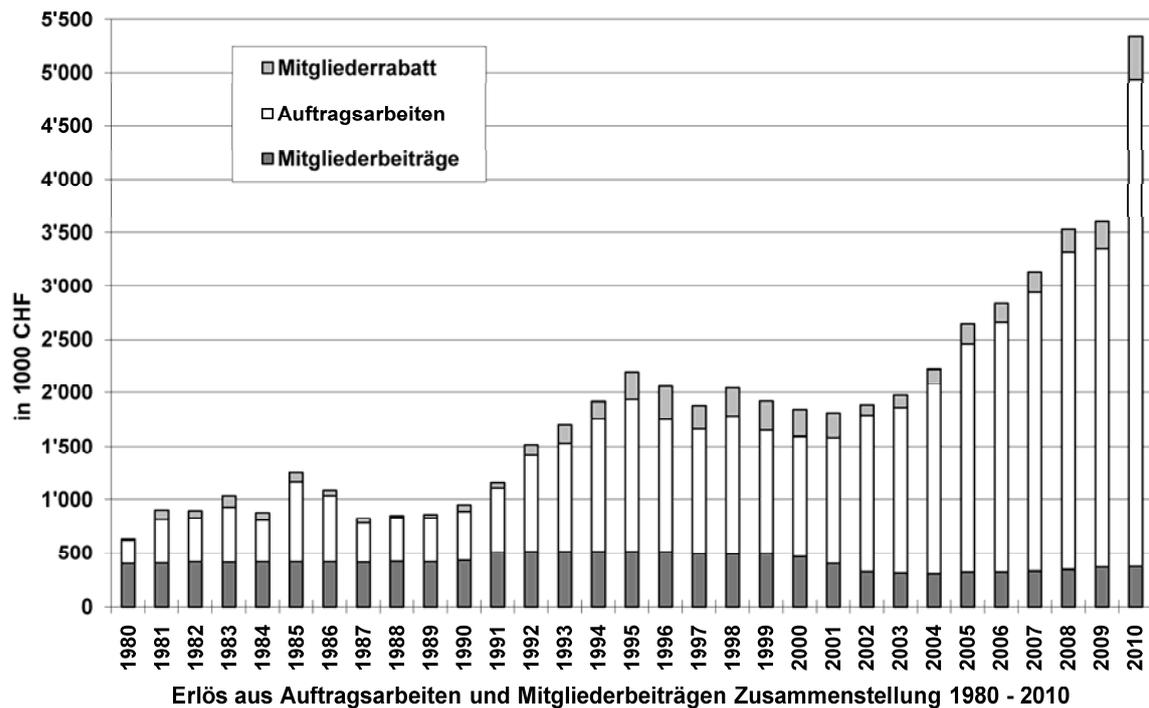


Bild 2 Erlös aus Auftragsarbeiten und Mitgliederbeiträgen, im Zeitraum von 1980 - 2010

Die Auftragstätigkeit der FKH-Arbeitsgruppe für Mitglieder und Dritte im Berichtsjahr 2010 kann folgenden Gebieten zugeordnet werden (prozentuale Verteilung bezogen auf den erzielten Nettoerlös, Angaben aus dem Vorjahr in Klammern):

Prüfung von Hochspannungs-Kabelanlagen	37% (39%)
Diagnose von Hochspannungsapparaten (Transformatoren)	19% (20%)
Prüfung von GIS oder GIL	15% (4%)
Erdungsmessungen / Nachweis von Blitzschutzmassnahmen	6% (11%)
Typprüfungen / Spezialversuche	6% (1%)
EMF / Korona / EMV / Transiente Vorgänge im Netz und in HS-Anlagen	0% (3%)
Beratungs- und Betreuungsaufgaben	1% (1%)
Isolierölanalysen	16% (21%)
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	0% (0%)

Tabelle 2 Prozentuale Verteilung der Auftragsarbeiten im Jahr 2010 nach Dienstleistungssparten aufgeschlüsselt (Vorjahr in Klammern)

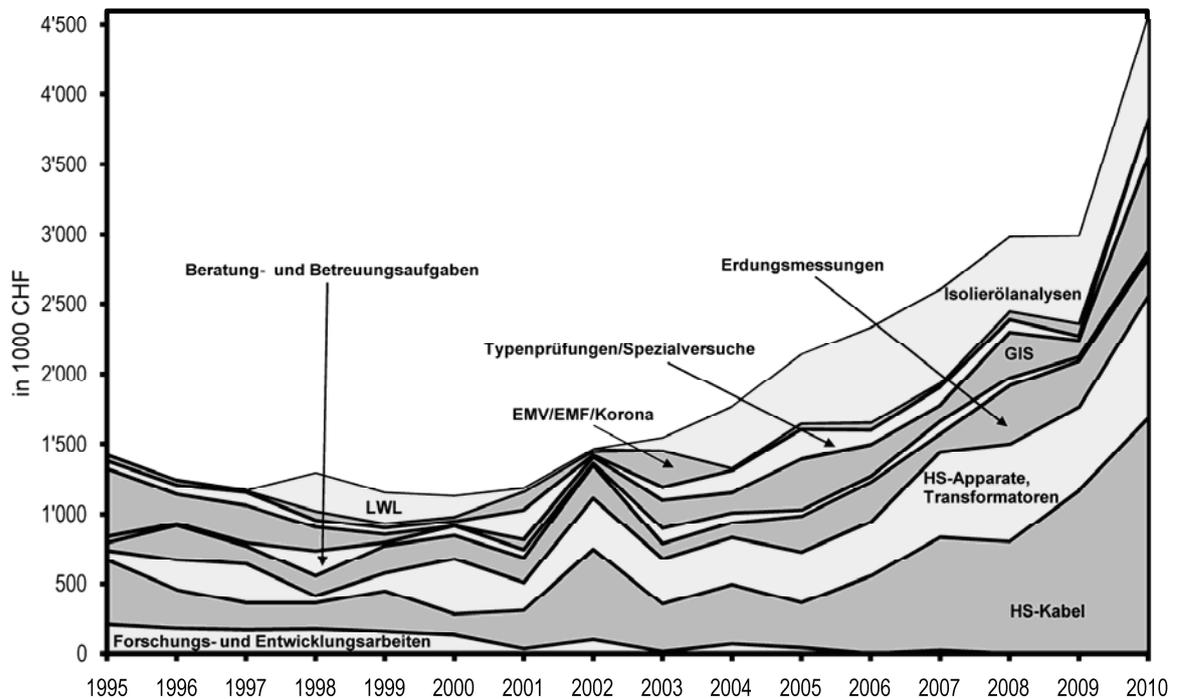


Bild 3 Entwicklung des Erlöses aus Auftragsarbeiten nach einzelnen Dienstleistungssparten (in CHF 1'000) über den Zeitraum von 1995 bis 2010

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.

Hochspannungsprüfung an einer GIL in Deutschland

Da der Flughafen Frankfurt mit einer neuen Start- und Landebahn erweitert wurde, war es nötig, auf 900 m eine 400-kV-Doppelfreileitung in den Boden zu verlegen. Amprion (ehemals RWE) entschied sich für eine gasisolierte Hochspannungsleitung (GIL) von Siemens (Bild 5), welche erstmals direkt in die Erde verlegt wurde (Bild 4).



Bild 4 GIL-Rohre in Kelsterbach, noch nicht zugedeckt (Bild Siemens)



Bild 5 Aufbau einer GIL (Bild Siemens)

Die FKH wurde von Siemens beauftragt, bei der Inbetriebsetzungsprüfung vor Ort die Hochspannung mit der Resonanzanlage in verschiedenen Kampagnen zu erzeugen. Der Hersteller führte parallel dazu eine TE-Messung durch, bei welcher gleichzeitig an verschiedenen UHF-Sensoren ausgekoppelt wurde.



Bild 6 FKH-Prüfanlage



Bild 7 Prüfanlage mit neuen Drosseln

Während bei der Prüfung der ersten GIL-Rohre anfangs Jahr noch die 50-H-Standarddrosseln eingesetzt worden waren (Bild 6), konnte die letzte Prüfkampagne mit den beiden neuen Hochleistungsdrosseln (Bild 7) durchgeführt werden.

Daten der GIL:

- Nennspannung: 380 kV
- Trasseelänge: 900 m
- 2 x 1.800 MVA Übertragungsleistung
- Erste direkte Verlegung einer gasisolierten Leitung in der Erde

Prüfparameter:

- Prüfspannung: 515 kV während einer Minute
- Kapazität pro Phase: 57 nF

Tabelle 3 Für die Prüfung relevante Daten

Messung von DC-Sternpunktströmen bei Leistungstransformatoren

In den letzten zwei Jahren wurde die FKH vermehrt angefragt, Gleichstrommessungen in den Sternpunkterdungen von Leistungstransformatoren durchzuführen. Der Anlass war entweder, dass eine ungewöhnliche Geräusentwicklung bei neuinstallierten Transformatoren verzeichnet wurde oder, dass schon in der Projektphase abgeklärt werden sollte, ob bei einem geplanten Transformator Probleme zu erwarten sind. Schon Gleichströme von wenigen Ampère können einen Transformator in Sättigung treiben und das Betriebsgeräusch stark erhöhen.

Jede Leitung, ob Kabel- oder Freileitung, an deren beiden Enden sich Transformatoren mit geerdeten Sternpunkten befinden, kann einer Verschleppung von Gleichströmen Vorschub leisten. Als Quellen kommen mit Gleichstrom betriebene Bahnen in Frage, wie dies bei vielen privaten Regionalbahnen oder z.B. bei den Staatsbahnen in Italien der Fall ist.



Eine Verhinderung des Gleichstroms durch Trennen von Erdverbindungen und Einrichten von Sondererden kommt wegen der Unkenntnis über den genauen Einstreuungspfad und der vielfach vermaschten Erdsysteme oft nicht in Frage. Als einzige Lösung bleibt dann die Massnahme, den Sternpunkt eines Transformators nicht mehr direkt, sondern über einen Widerstand von einigen Ohm zu erden oder einen Sternpunkt zu isolieren, wenn dies das Netz zulässt.

Bild 8 Gleichstromzange an einer Sternpunkt-erdung

Als Beispiel sei der 400-MVA-Phasenschieber im UW-Mendrisio genannt, der auf OS über eine ca. 9 km lange 400-kV-Kabelleitung mit dem UW Cagno in Italien und auf US mit dem 150-kV-Netz der AET verbunden ist. Nach der Inbetriebnahme fiel der Transformator durch eine ungewöhnlich hohe Geräusentwicklung auf. Strommessungen im Sternpunkt (

Bild 8) ergaben, dass stark fluktuierende Gleichströme mit bis zu 8 A vorhanden waren (Bild 9). Als Quelle der Gleichströme wurden die Bahnen in Italien vermutet. Nach umfangreichen Netz-Analysen und –Simulationen wurden im Sternpunkt des Phasenschiebers und im Sternpunkt von zwei 150-/50-kV-Transformatoren Widerstände von 5 Ohm eingebaut, welche die Gleichstromkomponente auf ca. 2 A reduzierten. Subjektiv haben nach dieser Massnahme die Geräusche abgenommen, eine objektive Messung der Schallemissionen steht jedoch noch aus.

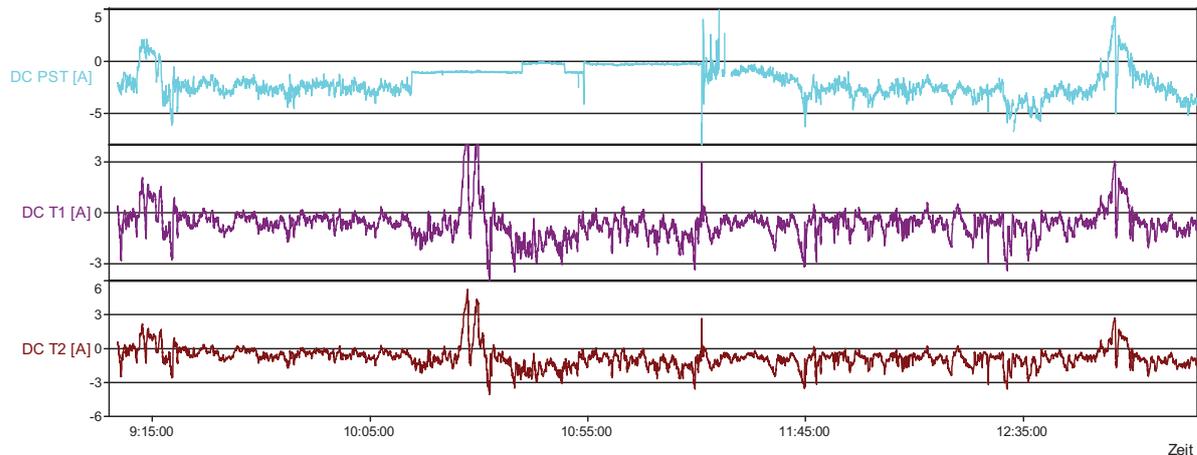


Bild 9 Beispiel einer Aufzeichnung der Gleichstromanteile der Sternpunktströme des Phasenschiebertransformators in Mendrisio (oberer Spur) und zweier benachbarter Transformatoren (mittlere und untere Spur) über eine Zeitperiode von ca. 4 Stunden

Wechselstreuströme in landwirtschaftlichen Betrieben

Die FKH wurde in den letzten Jahren vermehrt zur Abklärung der Auswirkung geringer Streuströme in landwirtschaftlichen Betrieben herangezogen, welche durch vorbeiführende Freileitungen oder Bahnen verursacht werden. In einer zunehmenden Anzahl von Fällen werden von den Bauern, Tierärzten und Beratern gesundheitliche Störungen, Verhaltensauffälligkeiten und verminderte Milcherträge auf die Wirkung solcher Ströme zurückgeführt.

Tatsächlich können Nutztiere im Stallbereich viel geringere Differenzspannungen wahrnehmen und darauf reagieren, als dies für Menschen unter Alltagsbedingungen der Fall ist. Rinder greifen beispielsweise Spannungen zwischen metallischen Einrichtungen wie Futterkrippen, Tränken, Melkmaschinen und nassen Betonböden ab, wobei sie die metallischen Einrichtungen mit dem Maul berühren und gleichzeitig mit den Klauen auf dem Stallboden stehen (Bild 10). Beide Kontaktstellen weisen einen geringen Übergangswiderstand auf, so dass das Verhältnis aus Differenzspannung zu Kontaktstrom in erster Linie durch den Körperwiderstand des Rinds gegeben ist (Bild 11). Umfangreiche Expositionsstudien in USA und Frankreich haben Differenzspannungen im Bereich 1 V ... ca. 5 V ermittelt, ab welchen mit einer Beeinträchtigung von Rindern zu rechnen ist [1,2,3].

Durch magnetische Einkopplung, aber auch durch Potentialdifferenzen zwischen Gebäudeerdungen und Starkstromerdungen können zwar Ausgleichsströme in Fundamenteerdungen und PEN-Leitern bis in den Ampère-Bereich auftreten. Diese Ströme können auch geringe Differenzspannungen im Stallbereich erzeugen. Allerdings liegen die ohmschen und induktiven Spannungsabfälle zwischen berührbaren Teilen in Ställen bei Auslegung des Potentialausgleichs gemäss NIN im Bereich von einigen mV. Nur bei fehlendem oder ungenügendem Potentialausgleich oder im Erdschlussfall treten Differenzspannungen im Volt-Bereich auf. Deshalb ist mit einer Beeinträchtigung von Nutztieren nur in seltenen Ausnahmefällen zu rechnen.



Bild 10 Situation in einem Rinderstall, mit berührbaren Metallteilen

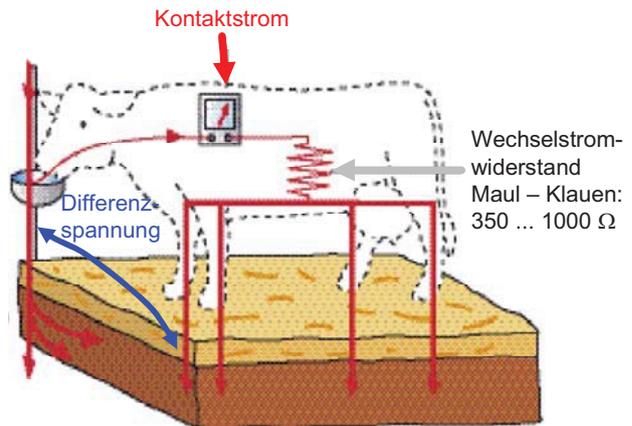


Bild 11 Prinzipbild für das Abgreifen einer Kontaktspannung zwischen Maul und Klauen bei einem Rind [2]

Da die Fragestellung in den betroffenen Kreisen grosse Verunsicherung hervorruft, hat die FKH bei der Erdungskommission des CES angeregt, eine fachliche Informationsschrift zur Erleichterung von Abklärungen in Verdachtsfällen zu erarbeiten. Diese soll die Kriterien für eine allfällige Beeinträchtigung von Nutztieren sowie auch eine Anleitung für die Abklärungen der Wirksamkeit des Potentialausgleichs beinhalten.

- [1] Deschamps F., Devaux L. Rigalma K., Roussel S., Duvaux-Ponter C.; „Innovative approach of the potential impact of HV lines on their environment: the experimental farm“; Cigré Session Paris 2010, Paper C3_113_2010
- [2] « Mieux connaître les risques des courants électriques parasites dans les exploitations d'élevage » ; Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, EDF, Promelec, Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture, Groupama; RTE, 92068 Paris, www.rte-france.com
- [3] Douglas J. Reinemann Ph.D. „Literature review and synthesis of research findings on the impact of stray voltage on farm operations“, Prepared for the Ontario Energy Board, 31 March 2008

Prüfungen von gasisolierten gekapselten Schaltanlagen

Im vergangenen Jahr wurden 18 Prüfungen mit Teilentladungsmessungen an gasisolierten Schaltanlagen sowie eine Prüfung an einer GIL (siehe vorausgehender Kurzbeitrag) vorgenommen, was einen bisherigen Rekord darstellt. Nebst den Prüfungen an GIS der höheren Spannungsebenen (150 ... 380 kV) haben vor allem Prüfungen von 50 kV und solche auf der Mittelspannungsebene zugenommen (Bild 12, Bild 13).

Ein weiterer gewachsener Anteil von Prüfungen betrifft Felderweiterungen an bestehenden Anlagen. In solchen Fällen hat die FKH jeweils Gelegenheit auch ältere Anlagenteile mitzuprüfen. Über das Teilentladungsverhalten betriebsgealteter GIS liegen zurzeit noch wenige Ergebnisse vor.

Einzelne Prüfungen und Diagnosemessungen an GIS werden von der FKH immer wieder auch im Ausland vorgenommen (Bild 14).

Die umfangreichen Erfahrungen in der TE-Diagnose an GIS belegen, dass allfällige Fehlstellen mit den heutigen Diagnosemitteln und Methoden zuverlässig detektiert, geortet und beurteilt werden können. In vielen Fällen können kleinere Fehler gleich im Rahmen der Abnahmekampagne behoben werden, so dass dem Betreiber nach der Prüfung eine fehlerfreie Anlage übergeben werden kann.



Bild 12 TE-Prüfeinrichtung an einer erweiterten 132-kV-GIS



Bild 13 Erweiterte Messausrüstung für die UHF-TE-Erfassung an GIS

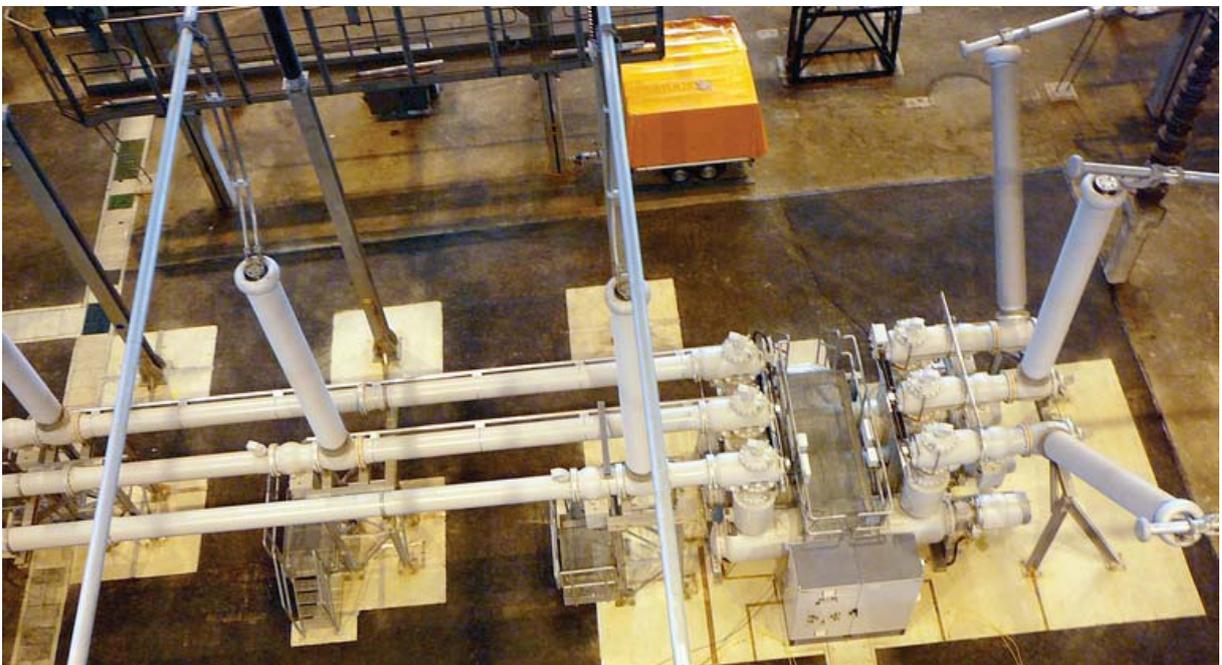


Bild 14 Gemischte Schaltanlage mit GIS und Freiluftteilen in England, an welcher die FKH im Berichtsjahr für Teilentladungsmessungen beigezogen wurde

Rückblick des Isolieröllabors

Das Isolieröllabor kann erneut auf ein erfolgreiches Jahr zurückblicken. Dies ist in erster Linie den Stammkunden zu verdanken, die mit ihren Bestellungen von Routinekontrollen dem FKH-Isolieröllabor die Treue hielten.

Immer wieder erfordern aber auch besonders kritische Befunde an wichtigen Grosstransformatoren die ganze Aufmerksamkeit des Isolieröllaborteams. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn an wichtigen Objekten, die nicht ohne gewichtige Energieeinbußen ausser Betrieb genommen werden können, erhöhte Zersetzungsgasbildungen festgestellt werden. Tägliche Ölprobenahmen mit sofortigen Untersuchungen – selbst übers Wochenende – leisten in diesen Fällen einen wichtigen Beitrag, die Situation zu erfassen, zu überblicken und tragen wesentlich zur Entscheidung bei, ob der Transformator bis zur nächsten geplanten Revision in Betrieb gehalten werden kann.

Im Rahmen seiner Mitarbeit in internationalen Fachgremien hat der Laborleiter Dr. H.-J. Knab im Maintenance Team MT21 der IEC an der Neuentwicklung eines IEC-Standards mitgewirkt, der die notwendigen Anforderungen an Isolieröle eruiert, die aus gebrauchten und wieder-aufbereiteten Isolierölen hergestellt werden. Dieser neue Standard hat für die Zukunft einen hohen Stellenwert, da einerseits die Verknappung von geeigneten Basis-Rohölen ständig weiter zunimmt und andererseits über die Verwendung derartiger Isolieröle bisher keinerlei Normen existieren.

Mit den Vorarbeiten für eine Akkreditierung des Isolieröllabors, welche im Jahr 2011 geplant ist, hat die FKH einen wichtigen Schritt in Richtung einer weiteren Verbesserung der Qualität im Bereich Isolierölanalysen unternommen.



Bild 15 Der stellvertretende Laborleiter Matthias Weidmann bei einer Isolieröl-Probenahme auf dem Gerüst einer Messgruppe



Bild 16 ... und am Bodenablassventil eines Transformators

Entwicklungen und Investitionen

Erneuerung des Standorts Däniken

Die Erneuerung der Gebäude in der Versuchsstation konnte weitgehend nach Plan abgewickelt werden. Im Juli konnte das Richtfest für die Lagerhalle und das Werkstatt- und Bürogebäude gefeiert werden.

Bereits seit Oktober 2010 steht die neue Lagerhalle in Betrieb. Das Prüfmaterial, welches während der Bauzeit in extern gemieteten Lokalitäten untergebracht war, ist bereits am neuen Standplatz eingelagert. Der Innenausbau der Werkstatt und der Büros war Ende des Berichtsjahrs weitgehend fertiggestellt und Heizung (Luftwärmepumpe) und sanitäre Anlagen in Betrieb genommen.

Die Asphaltierung des Geländes um die neuen Gebäude wird im Jahr 2011 in Angriff genommen, wonach die Werkstatt und auch der Bürotrakt bezogen werden kann.



Bild 17 Werkstatt-/Bürogebäude, Lagerhalle mit Lastwageneinfahrt



Bild 18 Rückwärtige Ansicht von Westen

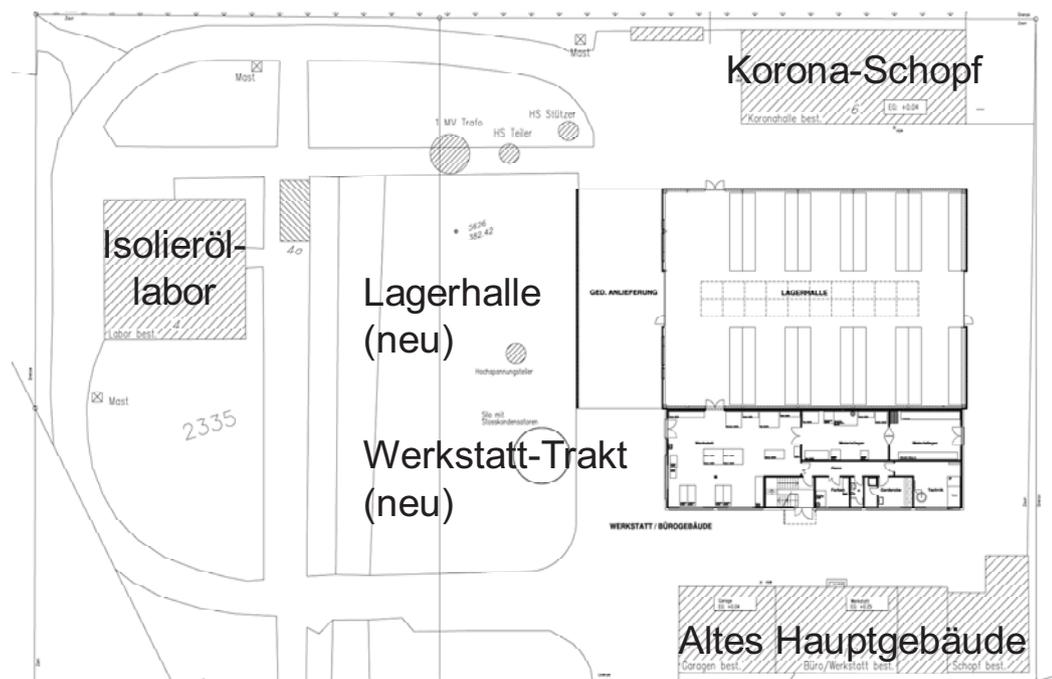


Bild 19 Grundriss der neuen Betriebsgebäude in der Versuchsstation Däniken

Neue Resonanzdrosseln

Zusammen mit der Firma Agea-Kull entwickelt die FKH eine neue Hochspannungsdrossel mit 80 H für die Resonanzanlage. Ein zweiter Prototyp mit optimierter Wicklung konnte ausprobiert werden und erreicht nun die gewünschte Güte (Bild 24).

Es wurden verschiedene Versuche, sowohl in der temporär gemieteten Lagerhalle der FKH in Dullikon (Bild 20) als auch im geschirmten Hochspannungslabor der ETH (Bild 21) durchgeführt.



Bild 20 Versuche in Dullikon



Bild 21 Versuche im HS-Labor der ETH

Anschliessend wurde die verbesserte zweite Drossel einzeln, aber auch schon zusammen mit dem ersten Prototyp in verschiedenen Vor-Ort-Prüfungen eingesetzt (Bild 22).



Bild 22 Kabelprüfung in Mendrisio



Bild 23 80-H- und 50-H-Drossel

	<i>Neue Hochleistungsdrossel</i>	<i>Drossel der ersten Generation</i>
Induktivität:	80 H	50 H
Spannung:	260 kV	230 kV
Maximaler Strom:	10 A	6 A
Prüfzeit bei maximalem Strom:	3 x 15 Min mit 2 x 3 h Pause /Tag	10 Min / Tag
Gewicht:	1900 kg	450 kg

Tabelle 4 Kenndaten der neuen Hochleistungsdrossel und der altbewährten kleineren 50-H-Drossel

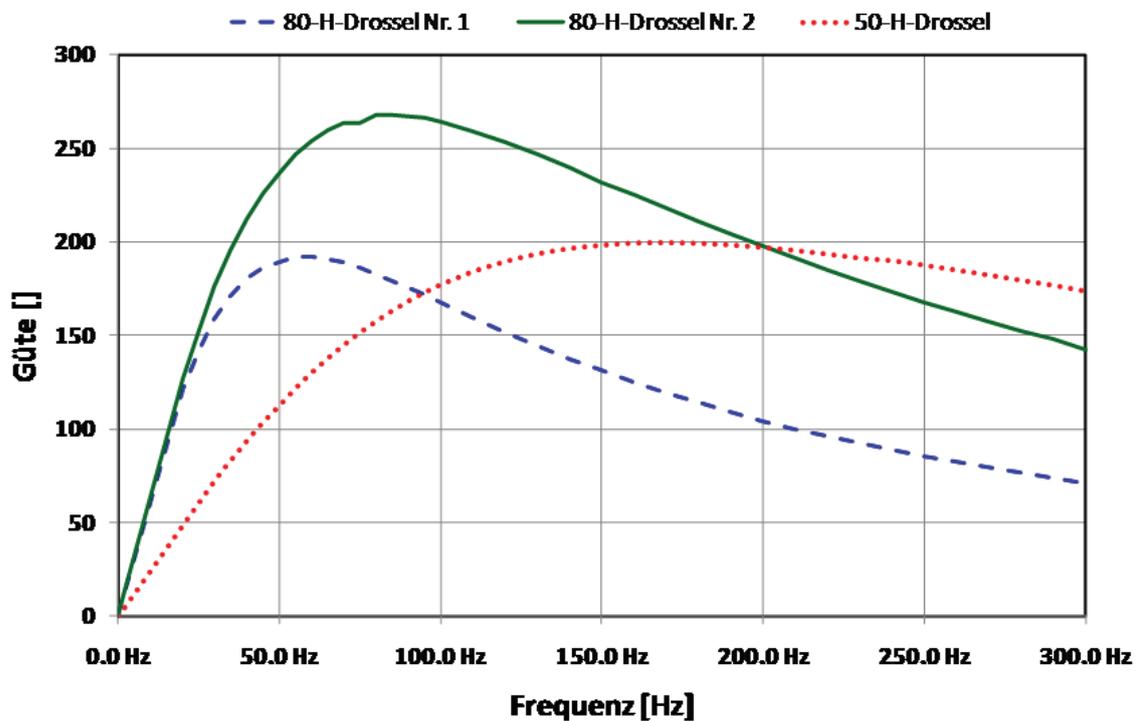


Bild 24 Gütekurven der beiden 80-H-Prototypen und einer 50-H-Drossel

Veranstaltungen

Powertage

Auch beim vierten Branchenanlass „Powertage“ vom 1. – 3. Juni im Messezentrum Zürich-Oerlikon war die FKH wieder mit einem eigenen Stand präsent. Der erfolgreiche zweijährige Anlass zieht jeweils eine wachsende Anzahl an Ausstellern und Besuchern aus der Elektrizitätsversorgungsbranche an.

Durch viele Kontakte und Gespräche mit Mitgliedern und auch mit neuen und altbekannten Kunden konnten interessante Diskussionen geführt sowie neue Ideen und Vorhaben geschmiedet werden. Ein wichtiger Informationsaustausch findet bei diesem Anlass jeweils auch mit jungen Mitarbeitern der Branche sowie mit Studenten der schweizerischen Hochschulen statt.

FKH-Fachtagung

Am Freitag, den 5. November 2010 fand die traditionelle Fachtagung der FKH an der ETH Zürich statt unter dem Titel: „Gekapselte gasisolierte Schaltanlagen (GIS)“ an welcher 140 Teilnehmer vornehmlich aus dem Kreis der FKH-Mitglieder begrüsst werden konnten.

Im Rahmen der angekündigten Tagung wurden Themen der Auslegung, der Qualitätssicherung, des Betriebs und der Instandhaltung von GIS behandelt. Die Beiträge wurden in einem Einführungsreferat des Tagungsleiters vorgestellt.

Besonders hervorgehoben wurden die aktuellen Entwicklungen und Designs von gekapselten Schaltanlagen, welche durch neue Anforderungen der Netze, durch Betriebserfahrungen und schliesslich auch durch Wirtschaftlichkeitsüberlegungen angestossen wurden.

Gehaltene Vorträge im Rahmen der Fachtagung	Referent
Begrüssung durch den Präsidenten der FKH	Dr. Thomas Aschwanden, KWO, Innertkirchen
Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen – Einführung und Überblick	Prof. Dr. Claus Neumann Amprion GmbH, Dortmund
30 Jahre Betriebserfahrung mit der 220-kV-GIS im Pumpspeicherkraftwerk Grimsel 2	Dr. Thomas Aschwanden, KWO, Innertkirchen
Grussworte des VSE	Josef A. Dürr, Direktor VSE, Aarau
Dielektrische Koordination in gasisolierten Hochspannungsschaltern	Philipp Simka, ETH Zürich FG Hochspannungstechnologie
Einfluss der Bauformen und Aufbauten von gekapselten gasisolierten Hochspannungsschaltanlagen auf Betrieb, Service und Wartung	Dr. Jörg Bausch, Siemens AG Erlangen
Mixed Technology Switchgear: Technologie; Anwendung und Trends	Dr. Walter Holaus, Dieter Fuchsle ABB Schweiz AG, Zürich
Berücksichtigung von Havariekonzepten bei der Definition von Anlagenlayout und Ersatzteilhaltung	Sascha Wyss, Alpiq Netz AG Niedergösgen
Qualitätssicherung während der Designphase und Produktion von GIS-Anlagen	David Gautschi, AREVA T&D AG Oberentfelden
Hochspannungsabnahmeprüfungen an GIS vor Ort	Dr. Stefan Neuhold, FKH, Zürich

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

Reinhold Bräunlich

Eingeladene Vorträge im Rahmen der Lehrveranstaltung „Technologie elektrischer Energiesysteme“, ETH Zürich, Departement Informationstechnologie und Elektrotechnik: „AC High Voltage On-Site Tests“, 20. Dezember 2010

Praktikum

Hervé Barbey, B.sc. Elektroingenieur, 26.07. – 30.11.2010

Teilnahme an Fachveranstaltungen, Referate, Publikationen

Teilnahme an Fachtagungen, Referate

Reinhold Bräunlich

Axpo – Forum Innovation Netze, Referat: „Moderne Diagnosemethoden bei Hochspannungsprüfungen vor Ort“, Axpo, Baden, 29. Oktober 2010

Reinhold Bräunlich

Teilnahme an der 43. Cigré-Session in Paris vom 22.08.-27.08.2010 in Paris

Reinhold Bräunlich

ETG, Electrosuisse, Nachmittagsveranstaltung: „Aus der Cigré-Session 2010: Trends in der Hochspannung“; ETH Zürich, 25. November 2010

Thomas Heizmann

Teilnahme an der 43. Cigré-Session in Paris vom 22.08.-27.08.2010 in Paris

Stefan Neuhold

Hochspannungsabnahmeprüfungen an GIS vor Ort

Referat an der FKH- / VSE-Fachtagung vom 05.11.2011 an der ETH Zürich

Hans-Josef Knab

IEC MT21, MT 25, Cigré WG 15: 26.-28.04.2010 in Köln

Hans-Josef Knab

IEC TC 10, WG 21: Erarbeitung des neuen Standards IEC 62701 „Reprocessed mineral insulating oils – Re-refined oils and reclaimed mineral oils for transformers and switchgear“ 29./30.11.2010 in München

Günther Storf

„Teilentladungserfassung an HS-Kabelgarnituren“

Referat an der HS-Kabelsystemtagung vom 10./11. November 2010, Pfisterer Ixosil, Altdorf

Publikationen

Th. Heizmann, R. Bräunlich, Th. Aschwanden, J. Fuhr, M. Hässig, P. Müller
„The Swiss experience of on-site high voltage tests and diagnostic measurements on large power transformers“, Paper A2_211_2010, CIGRE 2010

H.-J. Knab, M. Duval (Convenor)
„DGA in Non-Mineral Oils and Load Tap Changers and Improved DGA Diagnosis Criteria,,
WG D1.32, ISBN: 978-2-85873-131-2, Cigré Band 443



Bild 25 220-kV/150-kV-250-MVA-Phasenschieber-Transformator bei der Prüfung im ewz-Unterwerk Fällanden

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.

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

Die FKH ist Mitglied im Fördererkreis 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

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

Mitglied: Stefan Neuhold

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 WG D1.29 „Partial Discharges in Transformers“

Mitglied: Thomas Heizmann

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

AEK Energie AG
4503 Solothurn

Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
8022 Zürich

AEW ENERGIE AG
5001 Aarau

Energie-Service Biel/Bienne
2504 Biel

AG Kraftwerk Wägital
8854 Siebnen

Energie Wasser Bern
3001 Bern

Alpiq Netz AG Gösgen
4601 Olten

ewl energie wasser luzern
6002 Luzern

Alpiq Réseau SA Lausanne
1001 Lausanne

GROUPE E SA
1701 Fribourg

Axpo AG - Netze
5401 Baden

IBAAarau Strom AG
5001 Aarau

Azienda Elettrica Ticinese
6501 Bellinzona

Industrielle Werke Basel
4008 Basel

Aziende Industriali della città di Lugano
6901 Lugano

Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG
4658 Däniken

BKW FMB ENERGIE AG
3013 Bern

Kraftwerke Hinterrhein AG
7430 Thusis

CKW AG
6002 Luzern

Kraftwerke Oberhasli AG (KWO)
3862 Innertkirchen

EKT AG
9320 Arbon

onyx Energie Netze
4901 Langenthal

Elektra Birseck
4142 Münchenstein

Repower AG
7742 Poschiavo

EGL AG
5080 Laufenburg

Sankt Galler Stadtwerke
9001 St. Gallen

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
8050 Zürich

SBB Energie
3052 Zollikofen

sbo Städtische Betriebe Olten
4601 Olten

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

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

Stadtwerke 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
2545 Altreu

Brugg Kabel AG
5200 Brugg

EA Elektroarmaturen AG
8200 Schaffhausen

EcoWatt Projects AG
8852 Altendorf

**Eidgenössisches
Starkstrominspektorat**
8320 Fehraltorf

GMC-Instruments Schweiz AG
8052 Zürich

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

Siemens Schweiz AG
8047 Zürich

Stationenbau AG
5612 Villmergen

Trench Switzerland AG
4052 Basel

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

**Elektrizitätswerk des
Kt. Schaffhausen AG (Gönner)**
8201 Schaffhausen

Mitgliederbestand per 31.12.2010

Verbände	2	(2)
Werksmitglieder	32	(33)
Industriemitglieder, Ingenieurbüros und weitere Mitglieder	23	(23)
Korrespondierende Mitglieder	9	(9)
Total Mitglieder per 31.12.2010	66	(67)

(Stand per 31.12.2009 in Klammern)



Bild 26 Komplexer Prüfaufbau für die Teilentladungsmessung an isolierten Stromschienenverbindungen einer 22-kV-Mittelspannungsschaltanlage

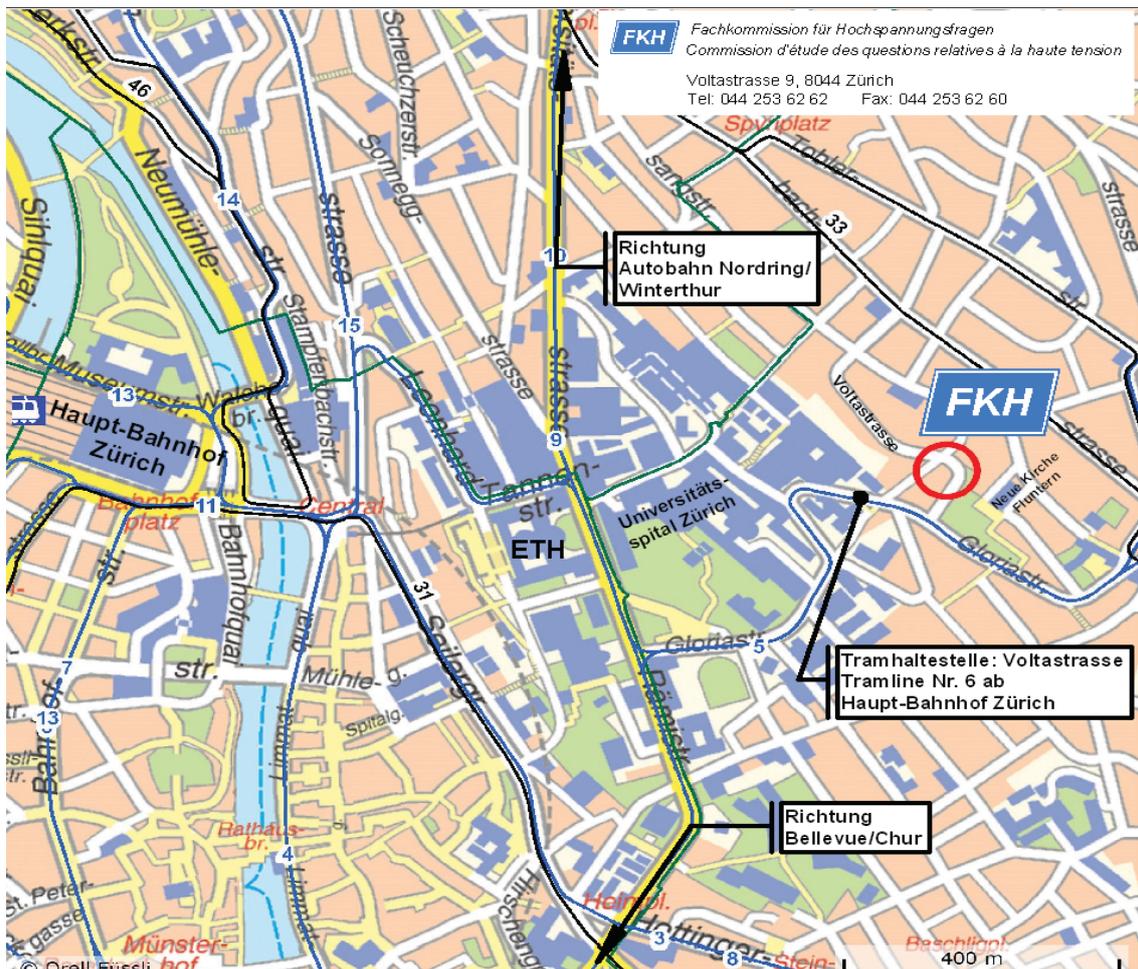
Informationsbroschüren der FKH

- 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

