

JAHRESBERICHT 2003

Inh	Inhalt:		
1.	Vorwort des Präsidenten und des Geschäftsleiters	3	
2.	Struktur und Leitbild der FKH	5	
3.	FKH-Vorstand	6	
4.	FKH-Arbeitsgruppe	7	
5.	Dienstleistungen der FKH	8	
6.	Auftragsarbeiten und statistische Übersicht	9	
7.	Ausgewählte Auftragsarbeiten	11	
8.	F&E- Projekte	18	
9.	Neue Prüfmittel und Dienstleistungen	19	
10.	FKH-Fachveranstaltungen 2003.	22	
11.	Zusammenarbeit mit Hochschulen / Nachwuchsförderung	23	
12.	Referate, Publikationen	24	
13.	Mitgliedschaft / Mitarbeit in Fachgremien und Kommissionen	26	
14.	FKH-Mitglieder	27	



Vorwort des Präsidenten und des Geschäftsleiters

Sehr geehrte FKH-Mitglieder, sehr geehrte Freunde der FKH

Nachdem die FKH im Jahr 2002 ihren Standort in Däniken durch den Kauf des Geländes der Versuchsstation gefestigt hat, kann nun aus dem vergangenen Jahr 2003 bereits von einem Ausbau der Infrastruktur und Dienstleistungen in Däniken berichtet werden:

Zu verzeichnen ist der Abschluss erster Einrichtungs- und Renovationsarbeiten sowie die Realisierung einer verbesserten Datenverbindung für die Versuchsstation. Die wichtigste Neuerung des letzten Jahrs betrifft aber die Beschaffung und Einrichtung eines Labors für Isolierölanalysen im FKH-Areal, welches den operativen Betrieb im vergangenen Herbst aufgenommen hat. Das Labor bietet alle praxisrelevanten dielektrisch-chemischen und analytischen Isolieröluntersuchungen für Öl-Papier-isolierte Hochspannungsbetriebsmittel an. Eine kompetente Beurteilung der Analyse-Ergebnisse und die Beratung der Kunden ist durch Herrn Dr. Hans-Josef Knab, der als ausgewiesener Fachmann für die Leitung des Labors gewonnen werden konnte, sichergestellt. Der vollzogene Schritt stellt eine ideale Ergänzung der Hochspannungsprüfungen an ölisolierten Apparaten dar und stärkt damit insbesondere den Kernkompetenzbereich der "Isolationsdiagnose an Grosstransformatoren".

Die Anschaffung der apparativen Infrastruktur für die neue Dienstleistung war nur aufgrund einer grosszügigen Vorfinanzierung durch Mitglieder und Kunden der FKH möglich. Den Mitgliedern und Partnern der FKH gilt besonderer Dank. Die Unterstützung unserer Organisation gibt uns die Möglichkeit, das Dienstleistungsangebot laufend zu aktualisieren und weiter zu entwickeln. Auf diese Weise wird die FKH in die Lage versetzt, auf ihren Fachgebieten die schweizerische Elektrizitätsbranche auch zukünftig wirkungsvoll zu unterstützen.

Der wohl wichtigste Impuls für die heutige Entwicklung der FKH ist eine allgemein wachsende Prüfdienstleistungsaktivität in der Elektrizitätsbranche auf nationaler und internationaler Ebene. Ein wachsendes Interesse an gewissen FKH-Dienstleistungen ist seit einigen Jahren auch im Ausland festzustellen. So konnte die FKH im vergangenen Jahr einige Aufträge in England, Brasilien und Spanien abwickeln. Einhergehend mit der Zunahme anderer Prüfdienstleistungsanbieter im In- und Ausland wächst allerdings, insbesondere bei Standardprüfaufgaben, auch der Wettbewerb. Die Sicherstellung der Grundauslastung stellt die FKH damit vor anspruchsvolle Herausforderungen.

Aus der geschilderten Marktentwicklung leiten sich notwendige Prioritäten für die zukünftige Geschäftstätigkeit ab: Angestrebt wird eine Konzentration auf Leistungen in FKH-spezifischen Know-how-Bereichen, insbesondere der Isolationsdiagnose. Eine flexible kundenorientierte Arbeitsweise auf diesen Gebieten und ein intensiver Dialog mit den Mitgliedern und potentiellen Kunden über die aktuellen technischen Problemstellungen bilden weitere wichtige Schwerpunkte.

Die gesetzten Akzente tragen dem vorteilhaften Umstand Rechnung, dass sich die FKH auf ein funktionierendes Beziehungsnetz ihrer Mitglieder abstützen kann, welches sie pflegen und weiterentwickeln möchte. In diesem Sinne hat die FKH in Chez-le-Bart bei Neuchâtel ein Büro, besetzt durch Herrn Dr. Thomas Heizmann, eröffnet, welches ihr eine effizientere Betreuung der Mitglieder in der Romandie erlaubt.

Dr. Gianni Biasiutti
Präsident

Dr. Reinhold Bräunlich Geschäftsleiter

5

2. Struktur und Leitbild der FKH

Struktur der FKH

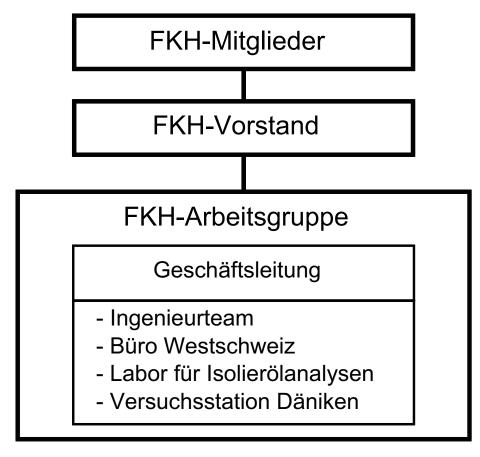


Abbildung 1 Struktur der FKH

FKH-Leitbild

Die FKH-Arbeitsgruppe (FKH-AGr) ist eine Gruppe neutraler Sachverständiger und verfügt über eigene Prüf- und Messeinrichtungen. 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 und 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.

3. FKH-Vorstand

Präsident: Dr. Gianni Biasiutti

KWO, Kraftwerke Oberhasli AG

Vizepräsident: Dr. Thomas Aschwanden

BKW FMB Energie AG

Mitglieder: Heinz Aeschbach

AREVA T&D AG

Dr. Peter Biller ABB Sécheron SA

Werner Graber

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE)

Dr. Werner Borer

Electrosuisse

Dr. Reinhold Bräunlich *)

Fachkommission für Hochspannungsfragen (FKH)

Benedikt Burkhardt

Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK)

Peter Fessler

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz)

Prof. Dr. Klaus Fröhlich **)

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)

Prof. Dr. Michel Ianoz **)

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Bernhard Krummen

Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne (SEL)

Peter Mathis

SBB, Energie

Markus Pauli

Brugg Kabel AG

Dr. Heinrich Zimmermann

Atel Netz AG

Vertreter der Fachhochschulen**)

Prof. Hubert Sauvain

Ecole d'Ingénieurs et d'Architectes de Fribourg

Kontrollstelle: Daniel Baumgärtner

Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ)

Anton Stäbler

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz)

*) Mitglied mit beratender Stimme

**) Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats



4. FKH-Arbeitsgruppe

Geschäftsleitung: Dr. Reinhold Bräunlich

Stellvertretung: Günther Storf

Sekretariat: Brigitte Egger

FKH-Geschäftsstelle: Voltastrasse 9, 8044 Zürich Tel. 044-253 6262

Fax 044-253 6260

Dr. Reinhold Bräunlich, dipl. El.-Ing. ETH braeunlich@fkh.ch

Dr. Vahe Der Houhanessian, dipl. El.-Ing. ETH houhanessian@fkh.ch

Brigitte Egger egger@fkh.ch

Martin Hässig, El.-Ing. HTL haessig@fkh.ch

Dr. Thomas Heizmann, dipl. El.-Ing. ETH heizmann@fkh.ch (Ansprechpartner französische Schweiz) Tel. 032-725 24 85

Fax 032-835 11 30

Adamo Mele, Elektromechaniker mele@fkh.ch

Carel Meyer, El.-Ing. HTL meyer@fkh.ch bis 01.10.03

Günther Storf, dipl. El.-Ing. ETH storf@fkh.ch

FKH-Isolieröllabor 4658 Däniken (SO)

Tel. 062-288 7799

Fax 062-288 7790

Dr. Hans-Josef Knab, Dipl. Phys. knab@fkh.ch ab 01.08.03

Peter Frey, Chemielaborant frey@fkh.ch ab 01.02.04

FKH-Versuchsstation 4658 Däniken (SO) Tel. 062-288 7795

Fax 062-288 7794

Aldo Resenterra, Elektromonteur resenterra@fkh.ch

Toni von Deschwanden, Elektromechaniker deschwanden@fkh.ch

Internet-Adresse FKH: http://www.fkh.ch



5. 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 Wechselspannung von Anlagen und Komponenten vor Ort oder im Labor
- 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
- Nachweis der Wirksamkeit von Erdungsanlagen (Erdungsmessungen)
- Schulungskurse im Bereich Prüf- und Messtechnik
- Überprüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)
- Berechnung und Messung elektrischer und magnetischer Felder (EMF)
- Abnahme von HS-Anlagen oder Komponenten im Auftrag Dritter
- Engineering und Beratung in Hochspannungs- und Blitzschutzfragen
- Isolierölanalysen

Informationsbroschüren (werden auf Wunsch zugestellt)

- Leistungstransformator-Diagnose / Diagnostic de transformateurs de puissance / Diagnosis of power transformers
- Kabelprüfungen und Kabeldiagnose vor Ort / Essais de câbles et essais diagnostiques sur site
- Erdungsmessungen in Unterwerken und Kraftwerken / Mesure de mise à la terre des sous-stations et des centrales
- Prüfungen von gasisolierten Schaltanlagen / Essais de postes sous enveloppe métallique (PSEM)
- Isolierölanalysen / Analyses d'huile d'isolation
- Literaturrecherche



6. Auftragsarbeiten und statistische Übersicht

Neben diversen Forschungs- und Entwicklungsprojekten wurden im Berichtsjahr 2003 insgesamt 75 Auftragsarbeiten und 23 Isolierölanalysen für FKH-Mitglieder und Dritte ausgeführt, mit welchen folgender Umsatz erzielt wurde (Angaben aus dem Vorjahr in Klammern):

Total gemäss FKH-Erfolgsrechnung 2003	CHF	1'545'845	(1'464'072)
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	CHF	18'570	(112'956)
Erlös aus Auftragsarbeiten für Nichtmitglieder	CHF	569'174	(466'983)
Erlös aus Auftragsarbeiten für FKH-Mitglieder *)	CHF	958'101	(884'133)

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

Tabelle 1 Erlös aus Auftragsarbeiten

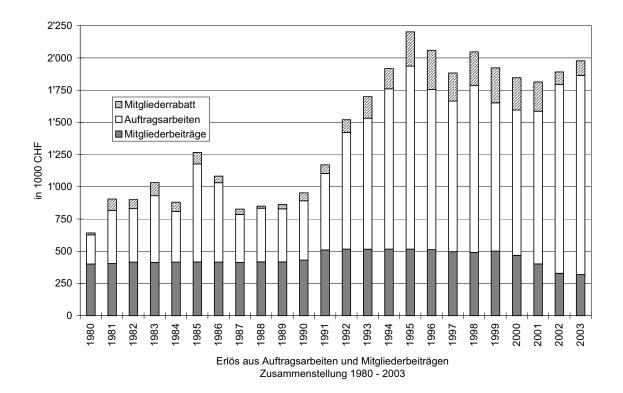


Abbildung 2 Erlös aus Auftragsarbeiten und Mitgliederbeiträgen, im Zeitraum von 1980 - 2003

Die Auftragstätigkeit der FKH-Arbeitsgruppe für Mitglieder und Dritte im Berichtsjahr 2003 kann folgenden Gebieten zugeordnet werden (prozentuale Verteilung bezogen auf den erzielten Nettoerlös, Angaben aus dem Vorjahr in Klammern):

Prüfung von Hochspannungs-Kabelanlagen		(44%)
Diagnose von Hochspannungsapparaten (Transformatoren)		(25%)
Prüfung von GIS	13%	(3%)
Erdungsmessungen / Nachweis von Blitzschutzmassnahmen	7%	(16%)
Typprüfungen / Spezialversuche	6%	(1%)
EMF / Korona / EMV / Transiente Vorgänge im Netz und in HS-Anlagen	17%	(2%)
Beratungs- und Betreuungsaufgaben		(1%)
Messungen an Lichtleiterverbindungen	-	(1%)
Isolierölanalysen	6%	-
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	1%	(7%)

Tabelle 2 Prozentuale Verteilung der Auftragsarbeiten im Jahr 2003 nach Dienstleistungssparten aufgeschlüsselt (Vorjahr in Klammern)

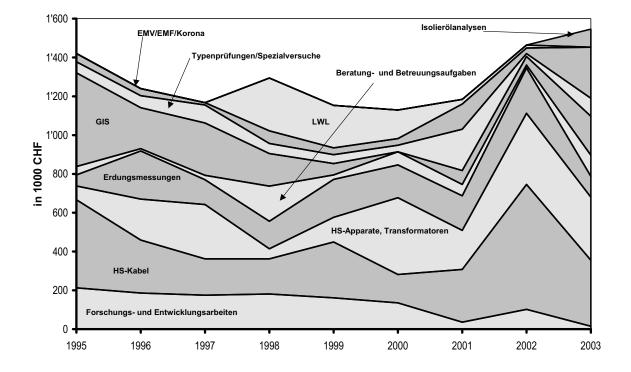


Abbildung 3 Entwicklung des Erlöses aus Auftragsarbeiten nach einzelnen Dienstleistungssparten (in CHF 1'000) über den Zeitraum von 1995 bis 2003

7. Ausgewählte Auftragsarbeiten

Berechnungen und Messungen elektrischer und magnetischer Felder

Im Berichtsjahr wurden mehrere Dienstleistungsprojekte betreffend die Abklärung der elektrischen und magnetischen Felder in der Umgebung von Hochspannungsbetriebsmitteln durchgeführt. Obwohl die Erarbeitung der Ausführungsbestimmungen für die NIS-Verordnung noch nicht abgeschlossen ist, besteht sowohl bei Betreibern wie auch Anbietern von Hochspannungsbetriebsmitteln bereits ein Bedarf an Vorabklärungen insbesondere der magnetischen Felder, welche nebst den Immissionsgrenzwert auch eine Vorsorgelimite in empfindlich genutzten Bereichen von 1 µT einhalten müssen.

Die Abbildungen 4 bis 6 zeigen ein Berechnungsergebnis und Photographien von Messungen an einer 220-kV-Freileitung, welche erweitert werden soll. Die Abbildungen 7 bis 9 betreffen messtechnische Untersuchungen der Wirksamkeit von Abschirmvorrichtungen für die magnetische Streuflussdichte von Verteiltransformatoren.

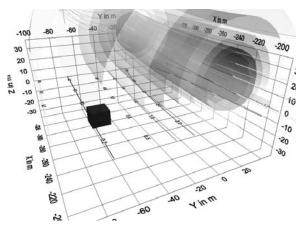


Abbildung 4 Freileitung mit berechneten Flächen gleicher magnetischer Flussdichte

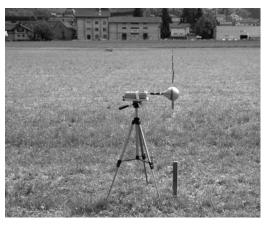


Abbildung 5 Messung der magnetischen Flussdichte auf einem vorgängig ausgemessenen Querprofil



Abbildung 6 Sensor zur Messung der elektrischen Feldstärke

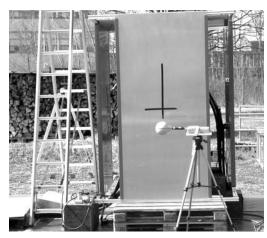


Abbildung 7 Untersuchung der
Abschirmung eines
Verteiltransformators

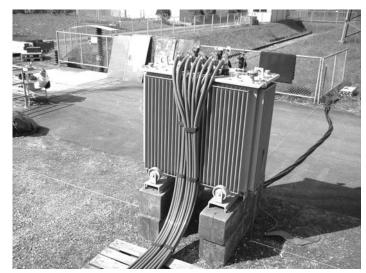


Abbildung 8 Verteiltransformator, vorbereitet für die Messung der magnetischen Flussdichte-

verteilung

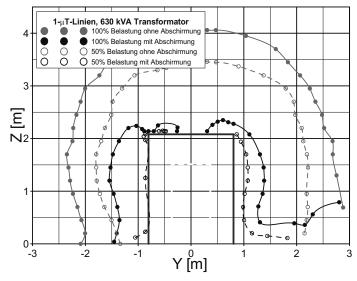


Abbildung 9 Gemessene Linien gleicher magnetischer Flussdichte mit und ohne Abschirmung

Erdschlussmessungen in Mittelspannungsnetzen

Im Berichtsjahr wurden im Rahmen verschiedener Aufträge Messkampagnen im Zusammenhang mit Erdschlüssen in Mittelspannungsnetzen durchgeführt. Dabei wurden insbesondere folgende Problematiken detailliert untersucht:

- Nutzen und Auswirkungen von Polerdungsschaltern zur Löschung von Erdschlüssen im isolierten Verteilnetz
- Detektion von Erdschlüssen und Phasenidentifizierung bei realistischen Lichtbogenerdschlüssen
- Stromverteilung und Differenzspannungen im Erdungssystem bei Doppelerdschlüssen im Verteilnetz

Im Rahmen dieser Aufträge wurden teilweise neue Untersuchungsergebnisse gewonnen, welche für viele Verteilnetzbetreiber von Interesse sein könnten. Die Resultate und Schlussfolgerungen sollen deshalb an der FKH-Fachtagung 2004 (10. November 2004) vorgestellt und diskutiert werden.



Abbildung 10 Versuchseinrichtung zur Zuschaltung eines einpoligen Erdschlusses und kapazitive Messteiler

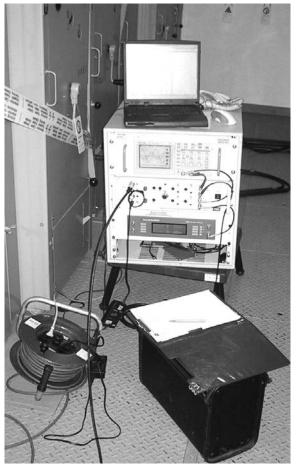


Abbildung 11 Messung von Spannungs- und Stromverläufen während Erdschlussversuchen im Netz

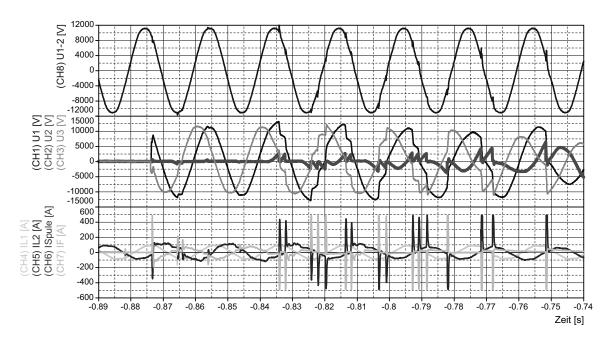


Abbildung 12 Beispiel eines Oszillogramms beim Einleiten eines Lichtbogenerdschlusses im isolierten Verteilnetz:

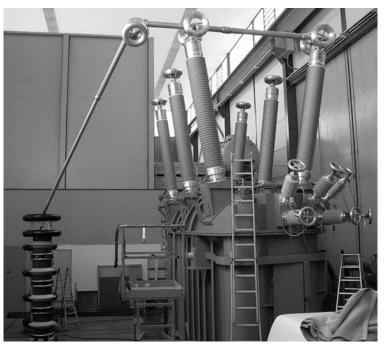
Oben: Verkettete Spannung im Netz

Mitte: Phasenspannungen

Unten: Phasenströme beim Fehlerort

Transformatorendiagnosen, eine umfassende interdisziplinäre Aufgabe

Im Verlauf des Jahres 2003 wurden nicht weniger als neun Hochspannungsprüfungen an Grosstransformatoren vor Ort mit Teilentladungsmessungen durchgeführt. Visuelle Eindrücke der Diagnosetätigkeit an Grosstransformatoren in Schaltanlagen und in Prüfhallen von Herstellern zeigen die Abbildungen 13 und 14.



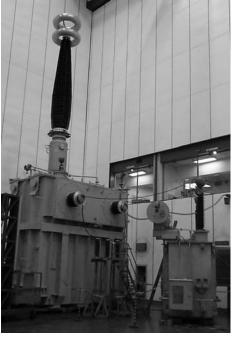








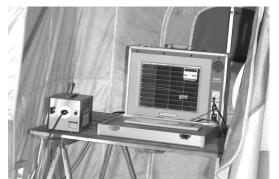




Abbildung 13 Photographien von off-line-Teilentladungsprüfung mit Selbsterregung und Speisung durch einen Dieselgenerator oder Fremderregung und Prüfspannungserzeugung mit Resonanzkreis und Frequenzumrichter

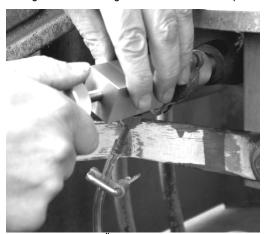
Bei fabrikneuen Transformatoren werden die Hochspannungsprüfungen im Sinne einer Erhebung von Basisdaten zur Zeit der Inbetriebsetzung jeweils durch weitere Diagnosemessungen ergänzt (Abbildung 14). Bei bereits in Betrieb gestandenen Transformatoren werden diese fallweise vorgenommen. Die FRA- bzw. Transferfunktionsmethode dient der Feststellung allfälliger geometrischer Veränderungen des Aktivteils während Transporten oder infolge Betriebsbeanspruchungen. Die Polarisations- / Depolarisationsstrommessung der Hauptisolation ermöglicht eine Abschätzung der Feuchtigkeit der Feststoffisolation aus Zellulose.

Zum ersten Mal wurden die Vor-Ort-Diagnosen von Transformatoren durch die Untersuchungen des neuen FKH-Labors für Isolierölanalysen wirkungsvoll ergänzt (siehe Abschnitt 9).





Messung und Auswertung von Polarisations- / Depolarisationsstrom-Messungen (PDC)



Ölentnahme



Messung der Ölleitfähigkeit und des tg δ





Frequency-Response-Analysis FRA-Messungen

Links: Anschluss an einer Durchführung

Rechts: Netzwerkanalysator zur Aufzeichnung

der Frequenzgänge

Abbildung 14

Elektrische und dielektrische Messmethoden an Transformatoren



Hochspannungsabnahmeprüfungen an GIS

Seit November 2003 existiert die neue IEC-Norm 62271-203 "High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV" in der insbesondere auch die Bedingungen für Vor-Ort-Prüfungen festgelegt werden. Nach dieser Publikation können folgende Prüfprozeduren angewandt werden:

- Stehwechselspannungsprüfung (1 min) und nachfolgende Teilentladungsmessung
- Stehwechselspannungsprüfung (1 min) und nachfolgende Blitzstossspannungsprüfung

Die Wechselspannungsprüfung besitzt eine hohe Empfindlichkeit in der Detektion von frei beweglichen leitenden Teilchen; in Verbindung mit der TE-Messung gilt dies auch für die Detektion von Mikrohohlräumen in Isolatoren und von anormalen Feldkonfigurationen (z.B. beschädigte Elektroden). Die Kombination der beiden Methoden ist somit in den allermeisten Fällen eine sehr aussagekräftige Prüfung.

Blitzstossprüfungen sind ebenso sensitiv für die Detektion gewisser Fehlerstellen mit Feldüberhöhungen; Schaltstossprüfungen eignen sich zusätzlich auch gut zur Detektion von Verschmutzungen.

Der Vorteil der Stossprüfungen liegt vor allem auch auf den höchsten Spannungsebenen. Sie kommen ferner zur Anwendung, wenn Feldsonden für TE-Messungen fehlen.

Bild 1 zeigt den FKH-Stossgenerator im Einsatz bei der Prüfung einer 123-kV-GIS, die wegen fehlender Feldsonden zusätzlich zur Wechselspannungsprüfung mit schwingendem Blitzstoss geprüft wurde.

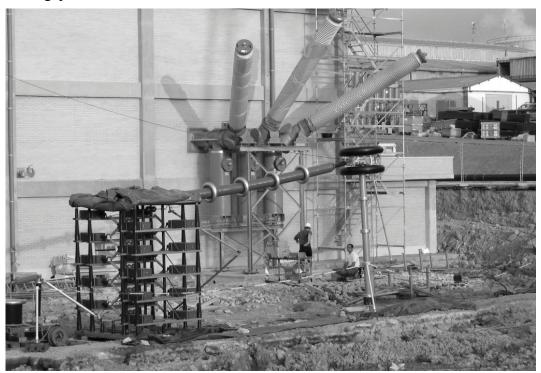
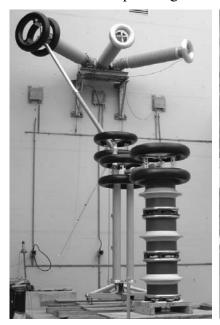


Bild 1 FKH-Stossgenerator bei Prüfung einer 123-kV-GIS mit schwingendem Blitzstoss

In der Praxis setzen sich jedoch integrale Anlagenprüfungen mit Wechselspannung und angeschlossenen Spannungswandlern und HS-Kabeln immer mehr durch. Die empfindliche UHF-TE-Messung hat sich dabei als wirksames Diagnosemittel etabliert.

Bild 2 zeigt eine Serie-Resonanzanlage der FKH bei der integralen Prüfung einer 170-kV-GIS. Neben der Spannungsprüfung der GIS mit TE-Messung wurden auch zwei angeschlossene Hochspannungskabel mitgeprüft.



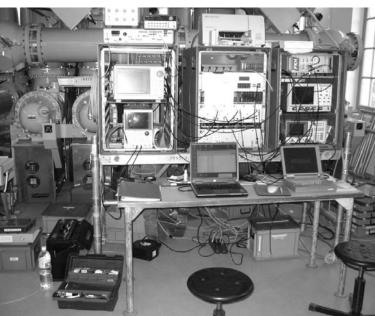


Bild 2 Serie-Resonanzanlage bei der Prüfung einer 170-kV-GIS (Einspeisung der Prüfspannung über das Trafokabel)

8. F&E- Projekte

Wechselstromkorrosion an Gaspipelines, induzierte Spannungen durch die Betriebsströme von Freileitungen und Bahnen

In Rohrleitungen, welche parallel zu Hochspannungsleitungen und Bahnlinien verlaufen, können unter Umständen hohe Spannungen induziert werden, welche auch Leckströme in den isolierenden Rohrmänteln erzeugen. Das unter der Leitung der SGK¹ stehende Projekt soll einfache Verfahren aufzeigen, magnetisch und ohmsch eingekoppelte Wechselspannungen zu bewerten und in einer Gefahrenskala einzuordnen. Schwerwiegende, potentiell gefährliche Fälle sollen auf diese Weise von unkritischen Situationen rasch unterschieden werden können. Die Nachteile von Beeinflussungen durch Energieübertragungsleitungen sind Korrosion, Berührungsspannungen sowie Beschädigung des Isolationsbelags und der Abgrenzeinheiten.

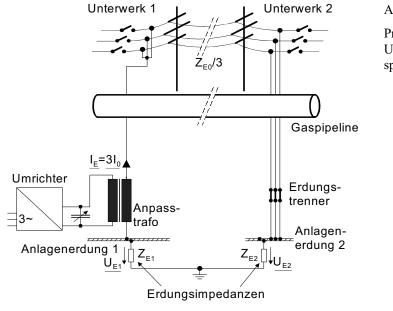


Abbildung 15
Prinzip für die messtechnische
Untersuchung induzierter Längsspannungen in eine Gaspipeline

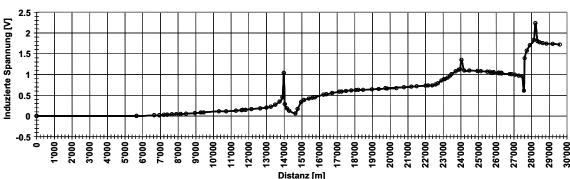


Abbildung 16 Berechnete induzierte Längsspannung in eine Gaspipeline, welche parallel zu einer Hochspannungsfreileitung verläuft und diese auch kreuzt

Im Berichtsjahr wurden Messkampagnen aus dem Vorjahr ausgewertet sowie Berechnungsmethoden erprobt.

¹ Schweizerische Gesellschaft für Korrosionsschutz, Technopark Zürich



9. Neue Prüfmittel und Dienstleistungen

Labor für Isolierölanalysen

Als Ergänzung zu den Vor-Ort-Hochspannungsprüfungen von Transformatoren hat die FKH mit finanzieller Unterstützung durch die grossen Schweizerischen Netzbetreiber und Kraftwerksgesellschaften ein Labor für Isolierölanalysen eingerichtet. Seit der Inbetriebsetzung des Labors im Herbst 2003 ist sie damit in der Lage, umfassende Isolierölanalysen mit Beurteilung des Isolationszustands von ölisolierten Betriebsmitteln durchzuführen. Nebst den Analysendienstleistungen bietet die FKH auch eine fachgerechte Probenahme bzw. Unterstützung bei Kundenprobenahmen an.

Die Analysen, welche nach den einschlägigen IEC-Publikationen durchgeführt und ausgewertet werden, können in folgende zwei Gruppen unterteilt werden:

- 1. Die dielektrisch-chemischen Analysen
- 2. Die chromatographischen Methoden

Die dielektrisch-chemischen Analysen geben Auskunft über die Beschaffenheit sowie den Zustand des Isolieröls und ermöglichen ausserdem eine Abschätzung des zu erwartenden Alterungsverhaltens. Die chromatographischen Verfahren dienen der Quantifizierung von chemischen Spuren von Alterungs- und Zersetzungsrückständen, die sehr spezifische Informationen über vorausgegangene elektrische und thermische Überlastungen zulassen. Die wichtigsten Apparate und Methoden, welche die FKH zur Zeit anbieten kann, sind in Tabelle 1 zusammengefasst (siehe auch Abbildungen 17 bis 20)

Dielektrisch-chemische Methoden (IEC 60422)

Apparat	Gemessene Grössen	Aussage		
C- / tg δ-Messbrücke mit beheizbarer Ölzelle	Dielektrischer Verlustfaktor (tg δ , ϵ_r), Ölleitfähigkeit (σ)	Ionengehalt bzw. deren Beweglichkeit im Öl		
Durchschlagsapparat mit genormter Durchschlagszelle	Öldurchschlagsfestigkeit	Isolationsfestigkeit des Öls		
Tensiometer	Grenzflächenspannung	Beurteilung des Oxidationszustands		
Visuelle Kontrolle	Farbe, Trübung	Aussehen, optisch sichtbare Alterungsrückstände		
Säure-Basen-Titration	Neutralisationszahl	Bestimmung des Oxidationszustands		
Karl-Fischer-Titrationsan- lage	Wassergehalt im Öl	Bestimmung der eingedrungenen oder durch Papierzersetzung gebildeten Feuchtigkeit des Öls		

Chemische Analysemethoden

Apparat	Gemessene Grössen	Aussage
Gasextraktionsanlage mit 2 GC (Gaschromatograph)	Zersetzungsgase	Differenzierte Beurteilung der Ölzersetzung durch thermische Überbelastung oder elektrische Entladungen
HPLC (<u>H</u> igh <u>P</u> erformance <u>L</u> iquid <u>C</u> hromatography)	Gehalt an Furanderivaten	Abbauprodukte der Feststoffisolation (Cellulose)
FTIR (<u>F</u> ourier <u>t</u> ransformations- <u>I</u> nfra <u>r</u> otspektroskopie)	Inhibitorgehalt, Gehalt an Oxidationsprodukten	Beurteilung des Oxidationszustands des Öls und der Inhibitor-Reserve in Ölen
Ölalterungsanlage mit Heiz- thermostat	chemische Oxidationspro- dukte, Schlammbildung, Veränderung tg δ	Simulation der Ölalterung

Tabelle 1 Aufstellung der vorhandenen Analysengeräte und der damit realisierbaren Untersuchungen



Abbildung 17 Gaschromatographen und Gasextraktionsanlage



Abbildung 18 Analytische Geräte für Gas-Chromatographie, Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie und Infrarot-Absorbtionsspektroskopie



Abbildung 19 Analysegeräte für die dielektrischchemische Isolierölanalyse



Abbildung 20 Isolierölprobenahme am Transformator

Kleinlabors Däniken

In den Wintermonaten wurden die Hochspannungs-Kleinlabors der FKH weiter ausgebaut und elektromagnetisch abgeschirmt. Realisierbar sind bereits Wechselspannungsprüfungen mit Teilentladungsmessungen bis ca. 200 kV Prüfspannung. Die Inbetriebsetzung einer entsprechenden Stossanlage steht kurz bevor.

Die FKH nutzt mit diesen Prüfanlagen den Vorteil, dass einfache Aufbauten für Kleinprüfungen nicht mehr individuell aus Vorortprüfeinrichtungen aufgebaut werden müssen, sondern dass solche Standardprüfungen an einer permanent bereitstehenden Anlage durchgeführt werden können. Dies gibt der FKH die Möglichkeit, einfache Prüfaufträge z.B. solche an Mittelspannungsanlageteilen und -komponenten günstiger als bisher anbieten zu können.

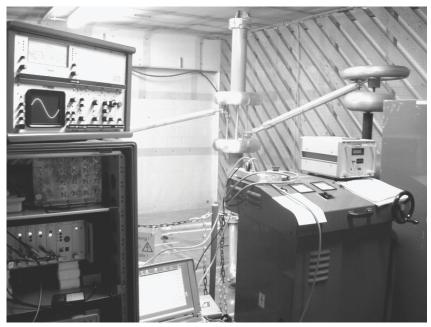




Abbildung 21 Abgeschirmtes Kleinlabor für Wechselspannungsprüfungen und Teilentladungsmessungen

10. FKH-Fachveranstaltungen 2003

FKH-Praxistage

Aufgrund des grossen Interesses wurde der bereits im Jahre 2002 abgehaltene Kurs "Erdungsmessungen, Einsatz von Erdungsmessgeräten an Hochspannungsfreileitungsmasten und an Trafostationen" im März 2003 fünf weitere Male angeboten.

Nach einer theoretischen Einführung im Kurslokal des Besucherpavillons des Kernkraftwerks Gösgen wurden an drei Standorten in der Umgebung der Versuchsstation Däniken und der Freiluftschaltanlage der ATEL praktische Messaufgaben behandelt (siehe auch Jahresbericht 2002).

FKH-Fachtagung

Am 12. November 2003 fand in der Aula der Fachhochschule Aargau in Brugg-Windisch die FKH - / VSE – Fachtagung mit dem Titel "Hochspannungsmesswandler Betriebsfragen, Instandhaltung, technologische Entwicklungen" statt. Die überaus kompetente Tagungsleitung wurde von Herrn Dr. R. Minkner: Vorsitzender verschiedener Gremien auf dem Gebiet der Messwandler und Berater der Firma Trench Switzerland AG, wahrgenommen.

Nach einer Begrüssung durch die Herren Dr. Th. Aschwanden, Vizepräsident der FKH, und Herrn P. Luginbühl, VSE wurde die Tagung mit übergeordneten Fragestellungen des Einsatzes, der Wirtschaftlichkeit und Logistik sowie des Risikomanagements eingeleitet.

Der Schwerpunkt der Veranstaltung wurde auf die technischen Eigenschaften der Messwandler gelegt. Es wurde auf die Vielfalt der Bauformen eingegangen. Im Vordergrund standen Fragen des Signalübertragungsverhaltens, der Messunsicherheiten, der Apparateisolation, des Lebensdauermanagements sowie der Qualität und Prüfung. Schliesslich wurden auch Fragen der Wechselwirkungen mit anderen Komponenten und den Energieversorgungsnetzen sowie die Beanspruchungen im Betrieb und Methoden zur Erfassung des Alterungszustands behandelt. Der Anlass wurde nach einer ausgedehnten und vielseitigen Diskussion abgeschlossen.

Vorträge im Rahmen der Fachtagung:

Exploitation, entretien et renouvellement des transformateurs de mesure P. Müller, EOS Dr. Th. Heizmann, FKH Methoden zur Erfassung des Isolationszustands vor Ort Heutige Anforderungen an Messwandler und deren Umsetzung B. Bertschi, Pfiffner Messwandler AG "Kleinsignal-Strom- und Spannungswandler" für Mittelspannung Dr. J. Schmid, Trench Switzerland AG RC-Spannungswandler für Standardanwendungen, Quality Power Management und Diagnostik Dr. R. Minkner Aufgaben des Metas, Eichung, Rückführbarkeit R. Kämpfer, Metas Nichtlineare Schwingungen, Ferroresonanz in Wechselspannungs-Dr. R Bräunlich FKH, netzen (Kippschwingungen) Dr. R. Minkner Schnittstelle Messwandler- Sekundärtechnik Siemens AG Nürnberg Technologie der Öl- und SF₆-isolierten Wandler Dr. H.-J. Voss, Ritz Messwandler, Hamburg

11. Zusammenarbeit mit Hochschulen / Nachwuchsförderung

Elektrische und magnetische Felder energietechnischer Einrichtungen und ihre biologische Wirkung

Dr. R. Bräunlich

Eingeladener Vortrag im Rahmen der Lehrveranstaltung "Technologie elektrischer Energiesysteme", ETH Zürich, Departement Informationstechnologie und Elektrotechnik

Hochspannungstechnik

M. Hässig

Semesterkurs (80 Lektionen) im Rahmen der berufsbegleitenden FH-Ingenieurausbildung Fachhochschule Zürich (Hochschule für Technik und Verwaltung Zürich, Studienbereich Technik)

FKH

12. Referate, Publikationen

Referate, Teilnahme an Fachtagungen und Weiterbildung

Dr. R. Bräunlich

Teilnahme an der Sitzung der Cigré-WG C4.02 über "AC-corrosion problems of pipelines" 21./22.01.2003, Mailand

Dr. R. Bräunlich / Dr. V. Der Houhanessian / M. Hässig

SGB-Transformatoren-Symposium, 8. Mai 2003

Referat: "Erfahrungen aus der Praxis der Vor-Ort-TE-Messung von Leistungstransformatoren"

Dr. R. Bräunlich

IEV-Fachtagung "AGW-Sanierung von Trafostationen" mit Workshop, 27. Juni 2003, Horgen

Referat: "Anforderungen und Empfehlungen für moderne Software Tools"

M. Hässig / Dr. V. Der Houhanessian

HighVolt Kolloquium 2003, Dresden

Referat: "Grundsteine der TE-Messung an Transformatoren vor Ort – Erfahrungen aus offline-Messungen"

Dr. R. Bräunlich

XIIIth International Symposium on High Voltage Engineering, 25.-29.07.2003, Delft Referat: "Technique and evaluation of FRA-measurements on large power transformers"

Dr. R. Bräunlich

FKH/VSE-Fachtagung "Hochspannungsmesswandler", 12. November 2003 Referat: "Nichtlineare Schwingungen. Ferroresonanz in Wechselspannungsnetzen"

M. Hässig

Teilnahme am 2003 EURODOBLE COLLOQUIUM: The Life Of A Transformer Seminar, 29,-31. Oktober 2003 in Rom

Dr. Th. Heizmann

 $FKH/VSE\text{-}Fachtagung\ , Hoch spannungsmess wandler,\ 12.\ November\ 2003$

Referat: "Methoden zur Erfassung des Isolationszustands vor Ort"

Dr. Th. Heizmann

Teilnahme an der 5. VDE/ABB-Blitzschutztagung, 13.-14. November 2003 in Neu-Ulm

Dr. H.-J. Knab

Teilnahme an der Cigré/IEC-Tagung, 2.-4.11.2003 in Paris

G. Storf

Teilnahme an der Jicable'03 in Versaille, 22. – 25.06.2003



Publikationen

R. Bräunlich

Erfahrungen aus der Praxis der Vor-Ort-TE-Messung von Leistungstransformatoren SGB-Transformatoren-Symposium, 8. Mai 2003

R. Bräunlich

Anforderungen und Empfehlungen für moderne Software Tools IEV-Fachtagung "AGW-Sanierung von Trafostationen" mit Workshop, 27. Juni 2003, Horgen

R. Bräunlich

Nichtlineare Schwingungen / Ferroresonanz in Wechselspannungsnetzen FKH-/VSE-Fachtagung "Hochspannungsmesswandler", VSE-Druckschrift 8.03 d

M. Hässig, J. Fuhr, Th. Aschwanden

Grundsteine der TE-Messung an Transformatoren vor Ort – Erfahrungen aus off-line-Messungen

HighVolt Kolloquium 2003, Dresden

M. Hässig, R. Bräunlich

Technique and evaluation of FRA-measurements on large power transformers 13th ISH, Delft 25.-29.07.2003, paper O.25.03

Th. Heizmann, V. Der Houhanessian, H.-J. Knab, R. Bräunlich *Methoden zur Erfassung des Isolationszustands vor Ort* FKH-/VSE-Fachtagung "Hochspannungsmesswandler", VSE-Druckschrift 8.03 d

13. 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:

TK 14 des CES: Transformatoren Mitglied: M. Hässig

TK 20 des CES: Kabel und isolierte Leitungen

Mitglied: G. Storf

TK 81 des CES: Blitzschutz

Vorsitz: Dr. Th. Heizmann

TK Erdungssysteme des CES

Mitglied: Dr. R. Bräunlich

Ausschuss "Blitzschutz und Blitzforschung" (ABB) des VDE

Mitglied: Dr. Th. Heizmann

Cigré TC C4 "Power System Electromagnetic Compatibility"

Mitglied: Dr. R. Bräunlich



14. FKH-Mitglieder

Verbände

Electrosuisse

8320 Fehraltorf

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE)

5001 Aarau

Werksmitglieder

ATEL Netz AG

4601 Olten

AEK Energie AG 4503 Solothurn

AEW ENERGIE AG

5001 Aarau

AG Kraftwerk Wägital

8854 Siebnen

Azienda Elettrica Ticinese

6501 Bellinzona

Aziende Industriali della città di Lugano

6901 Lugano

BKW FMB Energie AG

3013 Bern

CKW AG

6002 Luzern

Electricité Neuchâteloise SA

2035 Corcelles

Elektra Baselland

4410 Liestal

Elektra Birseck

4142 Münchenstein

Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG

5080 Laufenburg

Elektrizitätswerk der Stadt Bern

3001 Bern

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich

8050 Zürich

Elektrizitätswerk des Kt. Thurgau AG

9320 Arbon

Elektrizitätswerke des Kantons Zürich

8022 Zürich

Energie-Service Biel/Bienne

2504 Biel

IBAaurau Strom AG

5001 Aarau

Industrielle Werke Basel

4008 Basel

Kraftwerke Hinterrhein AG

7430 Thusis

Kraftwerke Oberhasli AG

3862 Innertkirchen

Nordostschweizerische Kraftwerke

5401 Baden

onyx Energie Netze

4901 Langenthal

Rätia Energie Klosters AG

7250 Klosters

S. A.

l'Energie de l'Ouest-Suisse

1001 Lausanne

SBB Energie

3052 Zollikofen



sbo Städtische Betriebe Olten

4601 Olten

Städtische Werke Winterthur

8402 Winterthur

Service de l'électr. de la Ville de Lausanne

1000 Lausanne 9

Verzasca SA 6901 Lugano

St. Gallisch-Appenz. Kraftwerke AG

9001 St. Gallen

Industriemitglieder, Ingenieurbüros und weitere Mitglieder

ABB Schweiz AG

8050 Zürich

Stationenbau AG 5612 Villmergen

ABB Sécheron SA

1211 Genève 2

Trench Switzerland AG

4028 Basel

Agea - Kull AG 4552 Derendingen Sefag ixosil AG 6460 Altdorf

Alpha Elektrotechnik AG

2560 Nidau

Walter Rozner, Ing. Büro

3613 Steffisburg

AREVA T&D AG

5036 Oberentfelden

Weidmann Transformerboard Systems

8640 Rapperswil

AXICOM AG

5610 Wohlen

Brugg Kabel AG

5200 Brugg

EA Elektroarmaturen AG

8200 Schaffhausen

Eidgenössisches Starkstrominspektorat 8320 Fehraltorf

Electrowatt-Ekono AG

8037 Zürich

Haefely Test AG

4028 Basel

Maxwell Technologies SA

1728 Rossens

Pfiffner Messwandler AG

5042 Hirschthal



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

Fachhochschule beider Basel

4132 Muttenz

Forschungsgemeinschaft für Hochspannungs- und Hochstromtechnik E.V.

D-68201 Mannheim

GVE/EMPA

8600 Dübendorf

Hochschule für Technik + Architektur

Chur

7000 Chur

Zürcher Hochschule Winterthur

8401 Winterthur

Elektrizitätswerk des Kt. Schaffhausen

AG (Gönner) 8201 Schaffhausen

Mitgliederbestand per 31.12.2003

Verbände	2	(2)
Werksmitglieder	31	(33)
Industriemitglieder, Ingenieurbüros und weitere Mitglieder	18	(21)
Korrespondierende Mitglieder	10	(10)
Total Mitglieder per 31.12.2003	61	(66)
(Stand per 31.12.2002 in Klammern)		` /