



IEA-IMPLEMENTING AGREEMENT "ASSESS- ING THE IMPACT OF HIGH TEMP. SUPER- CONDUCTIVITY ON THE ELECTRIC POWER SECTOR (EXCO MEMBER)

Jahresbericht 2007

Autor und Koautoren	René Flükiger
beauftragte Institution	Université de Genève, Dépt. Phys. Matière Condensée (DPMC)
Adresse	24, quai Ernest Ansermet, 1211 Genève 4
Telefon, E-mail, Internetadresse	022 379 6240; rene.flukiger@physics.unige.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	39929 / 79747
BFE-Projektleiter	Roland Brüniger
Dauer des Projekts (von – bis)	01.01.2006 – 31.12.2008
Datum	25.11.2007

ZUSAMMENFASSUNG

Das hier beschriebene Projekt verfolgt das Ziel, eine möglichst umfassende Information über die wichtigsten nationalen und internationalen Aktivitäten auf dem Gebiet der Hoch- T_c - Supraleitung zu geben. Das Hauptinteresse ist auf die Entwicklungen auf dem Energiesektor konzentriert. Dabei sind einmal die Entwicklungen von Supraleitermaterialien von Interesse, aber vor allem auch deren Einsatz in einer Serie von industriellen Anlagen (Kabel, Strombegrenzer, Motoren, Generatoren,.....), unter besonderer Berücksichtigung der anfallenden Kühlprobleme.

Das Jahr 2007 war für HTS - Anwendungen ein wichtiges Jahr: Y-123 Coated Conductor - Bänder (2G) mit Längen über 700 Meter mit einer Stromdichte von 200 A/cm wurden hergestellt. Als erstes wichtiges Resultat wurde kürzlich mit diesem Leiter in Tallahassee ein Magnetfeld mit dem Rekordwert von 26.8 T erreicht. Die Firma SuperPower stellt die Herstellung von 70 km Leiter für das nächste Jahr in Aussicht, was äusserst erfreulich ist. Somit werden diese Leiter in einer ganzen Reihe von Prototypen zum Einsatz kommen. Die ersten Kilometerlängen sind bereits in Arbeit. Das Interesse an 2G-Bändern kann am Kabelprojekt in New Orleans (1'800 km), das möglicherweise aus 2G - Bändern bestehen wird.

Im Jahre 2007 wurden zwei Informationstreffen im Rahmen des IEA - Projektes durchgeführt. Das erste Treffen fand im April in Jerusalem (Israel) statt. Nach einer kurzen Uebersicht der Tätigkeiten in den einzelnen Ländern wurde das Thema der Wechselstromverluste behandelt: ein besonderer Report darüber wird später erstellt werden. Ein zweiseitiges Dokument über HTS - Anwendungen als Diskussionshilfe für Politiker und Manager wurde verfasst.

Das zweite Informationstreffen fand im November in London (GB) statt. Diese Treffen war kombiniert mit einem zweiten Workshop im BERR Conference Centre, das unter dem Titel "High Temperature Superconductivity Event" die wichtigsten Projekte in England umfasste (Programm siehe in Annex A). Es ist zu bemerken, dass ein anderes Supraleitermaterial, MgB_2 , an Bedeutung gewonnen hat, obwohl der Sprungpunkt nur bei 39 K liegt. Der Grund liegt in den Kosten, die mit 3 – 5 €/kAm eine Grössenordnung unter denjenigen der 2G - Leiter liegen, sodass Cryofree - Anwendungen interessant werden.

Strombegrenzer (Fault Current Limiters) erscheinen mittelfristig als besonders aussichtsreich, sowohl mit 2G – Bändern als auch mit MgB_2 – Drähten..

Projektziele

Die Projektziele beinhalten eine umfassende Information über die neuesten Fortschritte und Anwendungen auf dem Gebiet der Hoch-Tc-Supraleitung (HTSL) im Energiebereich. Dazu zählen supraleitende Kabel, Transformatoren, Strombegrenzer, Generatoren, Motoren und Schwungräder, sowie Magnetische Energiespeicher (SMES). Der Zugang zu dieser Dokumentation wird durch die Teilnahme der Schweiz an einem Programm sichergestellt, das unter der Leitung der International Energy Agency (IEA) steht: "Implementing Agreement for a Cooperative Programme for Assessing the Impact of High Temperature Superconductivity on the Electric Power Sector".

Die Projektziele umfassen den Informationsaustausch über die bisher erreichten Fortschritte, über den gegenwärtigen technischen Stand und den zukünftig vorgesehenen Arbeiten. Das Programm ermöglicht den Mitgliedstaaten, gegenseitig technische Berichte auszutauschen und Laboratorien und Testeinrichtungen, sowie industrielle Unternehmen zu besuchen. Nach der Aufnahme Kanadas als neues Mitglied sind es nun 12 Mitgliedstaaten. Indien steht kurz vor der Aufnahme, und weitere Interessenten haben sich gemeldet. Ein besonderer Schwerpunkt dieser umfassenden Orientierung im IEA-Agreement ist das periodische Erscheinen von detaillierten, technisch hochstehenden Berichten, die ausser der Durchführbarkeit von neuen supraleitenden Lösungen auch Aspekte wie Umwelt und Sicherheit, aber auch die Durchdringung des Marktes durch HTSL-Produkte untersucht. Zusätzlich wird die Anwendbarkeit der hier entwickelten Konzepte auf den Schweizer Markt untersucht.

In diesem Jahr fanden zwei IEA-Informationstreffen statt, in Jerusalem (Israel) und in London (GB). Die Ergebnisse dieser zwei Treffen wurden am 14. November 2007 am Status-Seminar **"HTSL in der Energietechnik"** in Bern vorgestellt.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

ExCo Implementing Agreement: Fortführung des Agreements

Das Jahr 2007 ist das zweite Jahr des Agreements, das bis 2008 beschlossen ist, mit einer geplanten Verlängerung bis 2010. Prof. Guy Deutscher sowie Prof. René Flükiger wurden als Chairman und Vice-Chairman des Executive Committees (ExCo) des Implementing Agreements wurde bestätigt. Zusätzlich wurde Dr. Luciano Martini (CESI, Italien) als ein zweiter Vice-Chairman ernannt: er wird vor allem für technische Anwendungen verantwortlich sein, während R. Flükiger die Materialprobleme behandeln wird.

Neben den HTSL – Leitern hat sich MgB_2 ($T_c = 39 \text{ K}$) ein neues Material als vielversprechend erwiesen. Trotz des niedrigeren Sprungpunkt nur bei 39 K liegt. Der Grund liegt in den deutlich niedrigeren Kosten, die mit 3 – 5 €/kAm eine Grössenordnung unter denjenigen der Coated Conductors liegen. Vor allem Anwendungen ohne Kühlflüssigkeit („Cryofree“) eröffnet sich hier ein neuer Markt, wobei vor allem Strombegrenzer (Fault Current Limiters) als besonders aussichtsreich erscheinen.

ExCo Implementing Agreement: Mitglieder

Das ExCo besteht nun aus folgenden 12 Mitgliedern besteht: USA, Japan, Deutschland, England, Norwegen, Schweden, Finnland, Kanada, Korea, Israel, Italien und der Schweiz. Leider hat sich die Anmeldung von Frankreich nicht konkretisiert. Nach grossen Anstrengungen, eine Nation von BRIC aufzunehmen (Brasilien, Russland, Indien, China) steht nun das Bhabha Atominstitut in Mumbai (Indien) im Gespräch. Dänemark hat Interesse gezeigt und steht in Verhandlungen.

Tätigkeiten des ExCo

ExCo – Meeting in Jerusalem (Israel), 16.-18. April 2007.

Das erste ExCo - Meeting fand in Jerusalem statt. Das Programm ist diesem Bericht beigelegt (Annex B).

Die Hauptthemen waren:

- **Report über AC – Verluste (A. Wolsky)**

Alan Wolsky hat einen provisorischen Bericht über AC - Verluste erstellt. Er stellte fest, dass die bis jetzt entwickelten Leiter eher auf DC denn auf AC - Anwendungen ausgelegt sind. Die Wechselstromverluste sind besonders hoch für Felder senkrecht zur breiten Seite des supra-leitenden Bandes (z.B. Coated Conductors). Dies ist besonders der Fall für Spulen in Rotationsmaschinen.

Die Möglichkeit des „Roebelns“ erscheint als eine sehr zweckmässige Lösung: heute werden Roebel-Leiter bereits industriell hergestellt. Man muss aber feststellen, dass beim Roebel-Prozess ein Teil des Bandes durch Stanzen verlorengeht, sodass der Endpreis etwa 150 bis 200% des einfachen Bandes betragen kann.

- **Dokument für Politik und Wirtschaft**

Alan Wolsky hat auch ein zweiseitiges Dokument über HTS - Anwendungen als Diskussionshilfe für Politiker und Manager verfasst. HTS - Anwendungen sind in der Folge vermehrt zu erwarten:

- Verbrauch an elektrischer Energie bis 2030: weltweit verdoppelt.
- Dies wird etwa 1000 Milliarden an neuen Investitionen mit sich bringen
- Weltweiter Bedarf an Strombegrenzern, Transformatoren und Kabel
Vor allem in den USA sind sehr viele Kabel über 40 Jahre alt.
- Windgeneratoren und Fusionsreaktoren werden entwickelt, vor allem in Europa
- Supraleitende Schiffsmotoren: 40% des Gewichts, 40% des Volumens von herkömmlichen Motoren
- HTS wird kommerziell attraktiv werden: dies auch als Folge des steigenden Preises von Kupfer (Faktor 5), aber auch wegen des steigenden Ölpreises (knapp unter 100 \$/Fass, aber 150 – 200 \$ sind in den nächsten Jahren nicht auszuschliessen).

Dieses Dokument wurde nach gründlicher Diskussion dem IEA Hauptquartier in Paris zugeschickt. Es figuriert auf der IEA – Webseite.

- **Stand der Forschung in Israel**

Bericht von Erez Harel über Ricor, Hersteller von Cryocooler - Systemen.

Israel Felner (Hebrew University): MgB_2 - Drähte.

Victor Meerovich (Ben-Gurion University): AC – Verlustmessungen, Modeling and Design

Yosi Yeshurun (Bar-Ilan University): Fault current limiters.

- **MgB_2 - Drähte in der Schweiz (R. Flükiger)**

Die Herstellung von MgB_2 - Drähten wird an der Universität Genf betrieben, mit dem Ziel, hohe Stromdichten bei hohen Feldern, sowohl bei 4.2K als auch bei 20K zu erhalten. Neuartige Zusätze (Kombinationen von B_4C+SiC) wurden eingesetzt, die vor allem bei 20K zu Verbesserungen geführt haben. Bei 20K, Stromdichten von $1 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ wurden bei einem Feld von 4.7 T erreicht, was den bisher höchsten erreichten Werten entspricht. Weitere Entwicklungen haben zum Ziel, Drähte für NMR – Magnete bei 20 K und mindestens 3 T zu entwickeln. Weitere Entwicklungen betreffen MgB_2 – Drähte zur Messung des Pegelstandes von flüssigem Wasserstoff (für künftige Autoantriebe), sowie für Strombegrenzer.

- **Supraleiter in Korea**

Gye-Won Hong berichtete über den Fortschritt mit dem DAPAS – Projekt in Korea. Ein Hauptziel ist die Entwicklung eines 154 kV, 1 GVA – Kabels, auf der Basis der Erfahrungen, die an Kabelprototypen mit geringerer Spannung gemacht wurden. Neue Windungsarten für Spulen ohne Joints („wind-and-flip“) werden gegenwärtig entwickelt. Grosses Gewicht wird ausserdem auf die Entwicklung von 2G – Supraleiterbändern und – Kabeln gelegt, zusätzlich zu Strombegrenzern, Transformatoren und Motoren. Dazu gehören auch die „Terminations“ an den Kabel- Ansätzen.

- **Fortschritte in Deutschland (M. Sander)**

M. Sander berichtete über die Entwicklung einer neuen Testanlage am Forschungszentrum in Karlsruhe. Gemessen werden die dielektrischen Eigenschaften von flüssigem Stickstoff, insbesondere für Hochspannungsanwendungen. Dieses wichtige Gebiet wird soweit sehr wenig erforscht. Die Resultate werden direkt eingehen in He-gekühlten Strombegrenzern.

ExCo – Meeting in London (England), 12.-15.11.2007

Das zweite ExCo - Meeting fand in London statt. Das Programm ist diesem Bericht beigelegt (Annex B). Gleichzeitig fand am 13.11. ein zusätzliches, sehr instruktives Meeting statt mit dem Titel: „High Temperature Superconductivity Event ». Die wichtigsten Beiträge sind hier kurz kommentiert. Die Hauptthemen waren:

Update on materials progress and newly awarded DOE projects (Dr. Debbie Haught, USA)

DOE continues to Support HTS in the USA. For materials R&D, \$19.9 M have been allotted for fiscal year 2007. The main goal is the development of long-length high-performance low-cost 2G wires. This has been achieved by SuperPower, where a length of 700 Coated Conductor was fabricated. Projects:

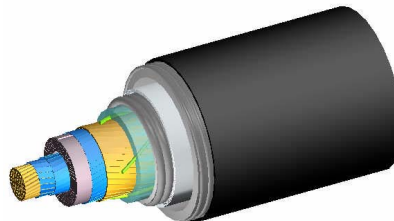
- **Albany HTS Cable Project:** 350m long - 34.5kV - 800A_{rms} - 48MVA. The cable was operated for more than 9 months (>6'720 hours) before taken-off-line. A 30 m section has been replaced by a 2G cable; World's first use of 2G conductors in any utility device.
Energization: *December 07*.
Companies: SuperPower, Sumitomo, National Grid, BOC, Nysenda.
- **Columbus HTS Cable Project:** 200-meter, 3-phase HTS power cable at an American Electric Power substation in Columbus, OH. The cable was energized August 8, 2006 and serves the equivalent of 36'000 homes, summer peak 2715 Amps.
New "*triax*" cable design – all 3 phases in one cable: uses 50% of the amount of HTS wire of other designs. Cable has operated successfully for more than 1 year – 99.8973% availability (8760 hours). Pulse tube cryocoolers to be installed November 2007.



13.2kV, 69MVA

Companies: Ultera, AEP, ORNL, American Superconductors, Praxair

- **Long Islands HTS Cable Project (LIPA):** Length ~ 600m (world's longest HTS cable)
World's first transmission voltage in-grid HTS power cable
Design Voltage/Current – 138kV/2400A ~ 574MVA;
Design Fault Current – 51,000A @ 12 line cycles (200ms)
Will serve the equivalent of 300'000 homes when energized
Actually: being cooled; Testing/Commissioning – Fall 2007



138kV, 574MVA

Companies: LIPA, Nexans, Air Liquide, American Superconductors.

- **New Project: New Orleans HTS Cable.**

Problem: • Load growth in urban area
• Saturated 13 kV distribution

- 230/13 substation to north & south of area
- Need new substation at midpoint

Challenges:

- Overhead rights of way for 230 or 13 kV very difficult or impossible
- Small footprint available for new substation dictates gas insulated substation 230 kV equipment or expensive station expansion
- 230 kV solution: placing transformer in dense residential area
- 13 kV conventional: Voltage drop, power quality.

Solution:

- 13.8 kV, 2.5 kA, 1.1 mile HTS cable to transmit 60 MVA into small footprint Substation, Triax HTS Cable; Either Bi-2223 or Coated Conductors.
- 2 splices; three sections
- No transformers needed
- Single point cooling system
- Replaces 230 kV line

Companies: Southwire, Entenergy, NKT Cables, Oak Ridge Natl. Laboratory

- **New Project: AMSC “LIPA 2A” HTS Cable**

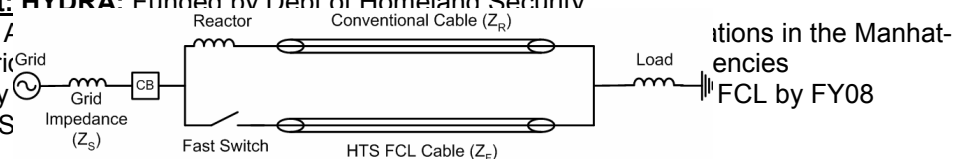
- Demonstrate cost effective 2G cable at transmission voltage
- Use existing system – replace 1G wire with 2G
- Introduce repairable cryostat and cable joint
- Develop low cost, reliable, and efficient refrigeration system
 - 65K/20 kW Turbo Brayton refrigerator
- Demonstrate inherent fault current limiting capability at transmission voltage

Companies: American Superconductors, Air Liquide, Nexans, LIPA (Long Island Port Authority).

- **New Project: HYDRA: Funded by Dept of Homeland Security**

13 kV, 4000 A

- Technology
- Integrated S



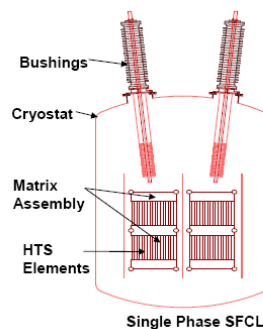
itions in the Manhat-
encies
FCL by FY08

Companies : ConEdison, Inc., American Superconductor, Homeland Security

- **New Project: SuperPower 138 kV FCL**

FCL design features matrix design consisting of parallel 2G HTS elements and conventional coils; Continuation” of current DOE project

- * 1Φ alpha fabrication and test, 3Φ beta design, fabrication, test and grid installation
- Site selected: AEP TIDD substation
- * 1,200 A_{rms}, 138 kV; Prospective fault current is 13.8 kA_{rms} (~37 kA_{peak})
- DOE Investment: first period: \$2.4M, total up to \$5.8M



- Team includes: AEP, Sumitomo, Nissan, BOC Group, and ORNL

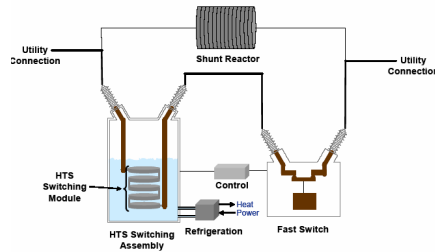
- **New Project: AMSC 115 kV FCL**

- Final target specs: SuperLimiter FCL system: 115 kV, 1200 A nominal rating
- * Fault current reduction from 80 kA to below 55 kA

• 5 year project:

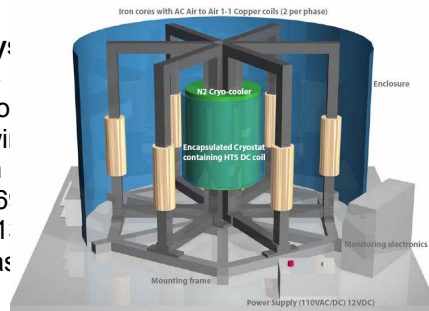
- | | |
|-----------|--|
| Phase 1a: | • 2G wire, Develop optimized wire for HV FCL |
| | • HV system modeling and design |
| Phase 1b: | • Develop switching modules, cryostat and terminations |
| | • Build and lab-test single phase HV system |

- Phase 2:
- Build full 3-phase HV system
 - Install and test in SCE grid
 - DOE Investment: Phase 1a: \$3.2M, total up to \$12.7M



Team includes: Southern California Edison, Siemens, University of Houston; Nexans; and LANL

- **New Project: SC Power System**
 - Features HTS coil and DC
 - Project Phases (5 years to
 - 15 kV Class w/ 1G HTS wire
 - 15 kV Class replaced with
 - Development & Demo of 6
 - Development & Demo of 1
 - DOE Investment: First phase



series with AC line

- Team includes: LANL, Air Products, Southern California Edison, Con Ed, Delta Star, Trithor GmbH

Korea's effort for SFCL development and application, including 22.9 kV Hybrid STFCL and Kepko's application plan

(Dr. Ok Bae Hyun, Korea Electric Power Research Institute)

- **DAPAS:** HTS Cable, HTS Transformer, SFCL, HTS Motors, 2G wires
- **ETEP :** HTS SMES, HTS SFES, MgB_2 , etc

*** Superconducting Fault Current Limiters (SFCL)**

1. Hybrid SFCL –STFCL: 22.9 kV/630 A 3 ϕ STFCL development and test
KEPCO's effort for application
2. Coated Conductor based SFCL –tested at 14 kV

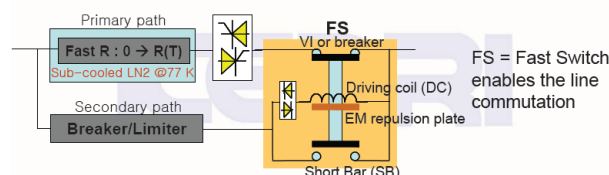
*** Hybrid STFCL concept**

Current and voltage stresses are separated by line-commutation by a fast switch (FS)

* Use fast switching material (ex. YBCO): for current stress

* Slowly switching material (ex. Bi2212, power fuse, capacitor, PTC, etc): for voltage stress

1. Since no voltage stress, YBCO's are drastically reduced: lower conductor and cryogenic costs
2. For voltage stress, current has not to be large: low current devices are good enough

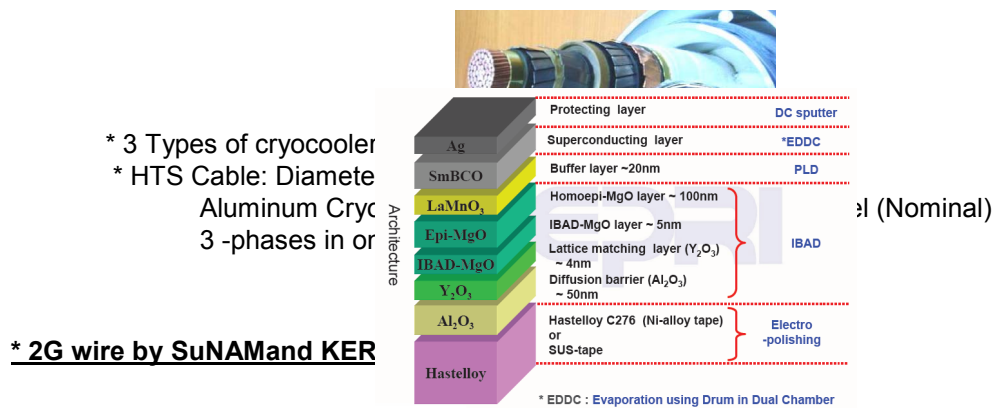


*** HTS Cable and Test by KERI/LS Cable**

Evaluation of 100 m long 22.9 kV 50 MVA HTS Cable System

Physical and electrical layouts:

- * HTS Cable System: Cold Dielectric 22.9kV (Nominal), 13.2kV (Phase)



- * 500 A/cm-w was achieved for 1m section, corresponding to $J_c = 2.3 \text{ MA/cm}^2$
- * 27 m with 300 A/cm

Weitere Vorträge

- * Recent progress on HTS in Japan (Prof. Osami Tsukamoto)
- * Progress on Applied Superconductivity in Italy (Dr. Luciano Martini)
- * High field coils at CERN and MgB2 MRI, Switzerland (Prof. R. Flükiger, Geneva, Switzerland)
- * Update on HTS wire development in Germany (Dr. Mathias Noe, Karlsruhe)
- * Update on FCL and motor work in Germany (Dr. Heinz Werner Neumüller, Siemens)

Nationale Zusammenarbeit

In der Schweiz ist seit einigen Jahren eine aktive Beteiligung an HTS-Projekten im Hinblick auf Energieanwendungen nur bei ABB im Gange, und zwar auf dem Gebiet der Strombegrenzer. Die Arbeiten werden durchgeführt in enger Zusammenarbeit mit der Universität Genf, im Rahmen des MANEP Projekts. Eine weitere Firma arbeitet auf dem Gebiet der Supraleitung, aber nur für den Einsatz bei tiefen Temperaturen (4.2K: Bruker BioSpin (Hochfeldmagnete für NMR). Hinzu kommt noch die Firma IBM in Rüschlikon, die vor allem Entwicklungen von elektronischen "devices" verfolgt. Alle diese Firmen haben Zusammenarbeitsprogramme auf dem Gebiete der Supraleitung mit den schweizerischen Hochschulen, mit dem Paul Scherrer Institut, der ETH Zürich, der EPF Lausanne (CRPP) und der Universität Genf.

In Genf hat nach dem ersten 4- Jahreszyklus der zweite 4-Jahreszyklus des "National Center of Competence in Research"-Programms des schweizerischen Nationalfonds schon 2005 begonnen. Das Projekt "Materials with Novel Electronic Properties" (MANEP), umfasst jetzt insgesamt 19 Institute und 5 Industrien und befasst sich mit dem Studium der Grundlagen sowie der Entwicklung von neuen Materialien. Davon befassen sich 8 theoretisch oder experimentell mit HTSL-Supraleitern. Innerhalb von MANEP sind zwei Gruppen an der Universität Genf mit Entwicklungen auf dem Magnet- und dem Energiesektor tätig. Eine dritte Laufzeit von 2009 bis 2013 ist vorgesehen.

- * Prof. . Fischer arbeitet an Strombegrenzern (mit ABB) in Zusammenarbeit mit Prof. M.

Hasler und Dr. Dutoit (EPFL Lausanne).

- * Prof. R. Flükiger (Universität Genf) arbeitet an der Charakterisierung von HTS- und LTS- Supraleitern bei Feldern bis 21 T. Es läuft ein Vertrag mit CERN im Hinblick auf 15 T- Dipole, die nach LHC in Einsatz kommen werden (Next European Dipole, oder NED). Ein grösseres Projekt verfolgt das Ziel, Nb3Sn-Leiter für Höchstfeld - NMR - Magnete, bei Feldern von 22 T und mehr zu entwickeln. Ein entsprechendes CTI- Projekt mit 2 ½ -jähriger Laufzeit hat gerade begonnen.

Zusätzlich werden in Genf neuartige MgB2 - Drähte und - Bänder entwickelt, mit dem Ziel, 200 MHz-Spulen für NMR - Anwendungen bei 20 K zu entwickeln. Das Hauptziel ist es, bei 20K Stromdichten $J_c = 1 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ (über den ganzen Draht gemessen) bis zu Magnetfeldern um 3 T zu erhalten. Dieselben Drähte können auch für Strombegrenzer bei 20K eingesetzt werden. Der Sprungpunkt von MgB2 liegt zwar nur bei 39 K, dafür aber sind die Kosten mit 3 - 5 €/kAm fast eine Grössenordnung niedriger als diejenigen von Y-123 Coated Conductors. Vor allem bei sog. Cryogenfree - Anwendungen eröffnet sich hier ein neuer Markt, wobei vor allem Strombegrenzer (Fault Current Limiters) als besonders aussichtsreich erscheinen.

Es wurde im DPMC/GAP ein Messgerät entwickelt, um den Einfluss der mechanischen Belastung auf die kritische Stromdichte von industriellen Drähten und Bändern bis zu 21 T zu messen. Die mechanische Belastung kann dabei auf zwei Arten aufgebracht werden:

- * Einfluss der uniaxialen, longitudinalen Dehnung auf die kritische Stromdichte (Simulation der Lorentzkräfte): die Leiter (sowohl LTS auch HTS - Leiter) werden auf eine sog. Walters Spirale aufgelötet, und die Dehnung wird durch Torsion der Spirale angebracht. Diese Apparatur kann ungleich präziser als alle andern messen (0.01 $\mu\text{V}/\text{cm}$ anstatt 1 $\mu\text{V}/\text{cm}$).

- * Einfluss des transversalen Druckes auf die kritische Stromdichte (Simulation des Drucks, der von Nachbardrähten ausgeübt wird). Diese Apparatur wurde im 2006 entwickelt und hat gleich neue, interessante Resultate in Hinblick auf die Drähte für ITER geliefert: in Nb₃Sn-Drähten wurde ein wesentlich grösserer Effekt für die sog. "Internal Sn" - Drähte gefunden, im Vergleich zu den "Bronze" - Drähten. Dieses Resultat war unerwartet und hat zur Folge, dass neue Entwicklungen notwendig sind.

- * Die nationale Zusammenarbeit wurde dank des MANEP-Projekts gestärkt. Weiter wurde die nationale Zusammenarbeit durch 2 KTI - Projekte gefördert (Universität Genf/EPFL/HES Genève), die soeben beendet wurden. Neue Projekte werden demnächst eingereicht.

- * Dr. P.L. Bruzzone (PSI Villigen):

Im Rahmen der ITER - Programmes ist eine sehr intensive Aktivität in Villigen im Gange: die Gruppe von Dr. P. Bruzzone ist vor allem mit der Charakterisierung von Fusionsleitern in der 12 T - SULTAN - Spule beschäftigt. Diese Gruppe entwickelt gegenwärtig einen 12.5 Tesla Dipol, um die Fusionsleiter-Kabel für ITER zu charakterisieren. Diese Test - Anlage wird weltweit die Einzige sein.

Internationale Zusammenarbeit

Ausser dem hier zusammengefassten IEA-Programm bestehen weitere internationale Zusammenarbeiten.

- * Eine internationale Zusammenarbeit ist im Rahmen des 6. EU-Rahmenprogrammes im Gange (Projekt STRP-505724-1 HIPERMAG), die bis Januar 2008 dauern wird. Dabei werden MgB₂ - Bänder und - Drähte entwickelt, mit dem Ziel, Anwendungen bei 20 K zu entwickeln, allen voran für MRI-Spulen. Diesem Programm gehören nicht weniger als 13 Gruppen an, wobei erstmals auch osteuropäische Länder zum Einsatz kommen, wie Polen und der Slowakei.

- * Als internationale Zusammenarbeit kann auch das Messprogramm an der Universität Genf gezählt werden, mit Messungen an Drähten und Bändern aus den USA (Y-123: American Superconductors, Nb₃Sn: Oxford Instruments), Japan (Sumitomo, NIMS) und aus Deutschland (Y-123: EHTS, Y-123: Theva).

- * Eine sehr wichtige internationale Zusammenarbeit ist im Rahmen der ITER - Programmes in Villigen im Gange, wo die Gruppe von Dr. P. Bruzzone mit der Charakterisierung von Fusions-Leitern in der 12 T - SULTAN - Spule beschäftigt ist. Wie schon erwähnt, entwickelt diese Gruppe gegenwärtig ein 12.5 Tesla Dipol, um die Fusionsleiter-Kabel für ITER zu charakterisieren.

- * Informationsaustausch: Das Programm des Superconducting European Network, SCENET II (GTC1-2001-43047) ist im Sommer 2006 abgeschlossen worden. Gegenwärtig wird diese Funktion teilweise von der ESAS übernommen (European Society for Applied Superconductivity). Im geringeren Masse, aber gezielt auf 12 Teilnehmerländer, wirkt das "IEA Implementing Agreement for HTS Conductors" als Medium für einen fundierten Informationsaustausch.

Bewertung 2006 und Ausblick 2007

Im Jahr 2006 ist die Forschungs-Aktivität auf dem Gebiet der Supraleitung in der Schweiz weitergeführt worden, vor allem auf dem Materialsektor.

- * Mit dem MANEP - Programm (Leading House: Universität Genf) sind sowohl experimentell wie auch theoretisch neue, positive Akzente gesetzt worden. Die internationale Untersuchungs-Kommission hat das Programm wieder sehr positiv beurteilt, und bescheinigte ein sehr gutes Niveau auf internationaler Ebene. Aufgrund dieses Berichts wurde nun dieses Programm bis Mitte 2009 verlängert (MANEP II). Gegenwärtig wird die Verlängerung des Programms für die nächste Phase (MANEP III: 2009 - 2013) vorbereitet.

* ABB verfolgt gegenwärtig ein HTSL-Projekt (Strombegrenzer), als einzige nennenswerte Schweizer Aktivität im Energiebereich. Die Supraleitung hat technisch auf den verschiedensten Gebieten überzeugt, wird aber aus ökonomischen Gründen den Durchbruch auf dem Markt erst in einigen Jahren schaffen. Die jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet der Coated Conductor - Bänder, vor allem was die Länge aber auch die Stromdichte betrifft, stimmen sehr optimistisch in Bezug auf die zukünftige Entwicklung.

* Aufgrund des besseren Verhaltens in Gegenwart von Magnetfeldern ist gegenwärtig eine Trendwende im Gange, von den Bi-2223 - Bändern zu den Leitern der 2. Generation (Y-123 oder RE-123 Coated Conductors). Diesen Sommer wurde von SuperPower in den USA eine Länge von 700 Metern mit einer Stromdichte von 195 A pro 10mm Bandbreite veröffentlicht, wobei die Geschwindigkeit etwa 100 m pro Stunde betrug. Damit wurde der Rekordwert von 26.8 T erreicht. SuperPower hat eine Produktion von 70 km/Jahr in Aussicht gestellt.

* Ein guter Kontakt zur Weltspitze konnte dank den neuen, obgenannten Messapparaturen bei 21 T geschaffen werden. Da die mechanischen Eigenschaften bis zu 21 T nur hier gemessen werden können, erhalten wir die weltbesten Drähte zur Charakterisierung, was uns einen sehr guten Ueberblick und Qualitätsvergleich erlaubt.

* Die Hauptziele in 2007 werden ausser der Charakterisierung von HTS - Bändern weiterhin die Verbesserung der Stromdichte MgB₂- Drähten sein. Es gilt, die internationalen Beziehungen zu vertiefen, um aktive Zusammenarbeiten zu ermöglichen, die im Endeffekt der schweizerischen Industrie zugute kommen werden.

* Die aktive Zusammenarbeit mit CERN bei der Entwicklung von supraleitenden Nb₃Sn - Drähten für Dipole Magnete für das Nachfolgeprojekt von LHC mit Feldern im Bereich zwischen 12 und 18 T wurde durch einen 3-Jahresvertrag festgelegt.

Referenzen

Invited

- [1] R.Flückiger, C. Senatore, M. Cesaretti, F. Buta, D. Uglietti, B. Seeber, **"Optimization of Nb₃Sn and MgB₂ wires"**, MEM07, in Princeton, USA to be published in SuST, 2008

Contributed:

- [2] V. Abächerli, F. Buta, D. Uglietti, C. Senatore, B. Seeber, and R. Flückiger, **"Investigation on the Effect of Ta Additions on J_c and n of (Nb,Ti)₃Sn Bronze Processed Multifilamentary Wires at High Magnetic Fields"**, Trans. Appl. Supercond.
- [3] R. Flückiger, P. Lezza, M. Cesaretti, C. Senatore, R. Gladyshevski, **"Simultaneous Addition of B₄C + SiC to MgB₂ wires and consequences for J_c and Birr"**, Trans. Appl. Supercond.
- [4] B. Seeber, A. Ferreira, V. Abächerli, T. Boutboul, L. Oberli, and R. Flückiger, **"Transport Properties up to 1000 A of Nb₃Sn Wires under Transverse Compressive Stress"**, Trans. Appl. Supercond.
- [5] D. Uglietti, V. Abächerli, M. Cantoni, R. Flückiger, **"Grain growth, Morphology and Composition Profiles in Industrial Nb₃Sn wires"**, Trans. Appl. Supercond.

To be published:

- [6] B. Seeber, A. Ferreira, T. Boutboul, L. Oberli, R. Flückiger, **"Single strand Nb₃Sn transport properties under transverse compressive and uniaxial Tensile stress/strain"**, Magnet Technology (MT-20), Philadelphia (USA), to be published in Trans. Appl. Supercond.
- [7] D. Uglietti, C. Senatore, A. Reginelli, H. J. Mathieu and R. Flückiger, **"Correlation between the overall T_c distribution in Bronze Route Nb₃Sn wires and the Sn gradient in the filaments"**, Magnet Technology (MT-20) Philadelphia (USA), to be published in Trans. Appl. Supercond.
- [8] R. Flückiger, D. Uglietti, C. Senatore, F. Buta, B. Seeber, **"Microstructure, Composition and Critical Current Density of Nb₃Sn wires"**, In "Applied Superconductivity", IOP, to be published 2008

Annex A

13th November

10:00 – 17:00	Showcase and Dissemination Event – “High Temperature Superconductivity Applications and Developments in the UK”	Conference Centre, 1 Victoria Street, London, SW1H 0ET
	AGENDA	
10:00 – 10:05	Welcome and Introduction	Dr Robert Quarshie Director, Materials KTN
10:05 – 10:25	Keynote Address UK support for High Technologies such as Superconductivity	Prof John Wood CBE, FREng. Principal of Faculty of Engineering, Imperial College.
10:25 – 10:45	Superconducting Fault Current Limiter	Mark Husband, Rolls-Royce
10:45 – 11:05	High temperature superconducting receive coils for magnetic resonance imaging	Prof. Neil Alford, Imperial College London
11:05 – 11:25	Design, Build and test at Southampton 100kw HTS Synchronous Generators Operating at Liquid Nitrogen Temperatures	Prof Yifeng Yang, The University of Southampton
11:25 – 11:35 11:35 – 11:50	Q & A COFFEE	
11:50 – 12:10	Cryogenic Power Electronics	Prof Andrew Forsyth, The University of Manchester
12:10 – 12:30	Superconducting Electrical Machines and Wind Turbines	Clive Lewis, CONVERTEAM
12:30 – 12:50	Four HTS magnet Systems Developed at the Clarendon Laboratory, Oxford	Harry Jones, University of Oxford
12:50 – 13:00 13:00 – 14:00	Q & A LUNCH	
14:00 – 14:15	Overview of Technology Programme, Knowledge Transfer Networks (KTNs) and The Technology Strategy Board	Nick Appleyard, Technology Strategy Board (TSB)
14:15 – 14:30	Improving Industrial Innovation through Knowledge Sharing	Dr Robert Quarshie, Director, Materials KTN
14:30 – 14:50	IMPDAHMA: A Package for Designing HTS Devices	Dr Ziad Melhem, Oxford Instruments NanoScience
14:50 – 15:05	Applied Superconductivity in Cambridge	Prof Archie Campbell, University of Cambridge
15:05 – 15:20	Using Superconductors To Generate High Fields To 25 Tesla To Save Energy And Without Liquid Cryogenes.	Jeremy Good, Cryogenic Ltd
15:20 – 15:30 15:30 – 15:45	Q & A COFFEE	
15:45 – 16:00	The shape of things to come - Coated Conductor Cylinders for high power density electrical machines	Dr. Eamonn Maher, CEO Coated Conductor Cylinders Ltd
16:00 – 16:15	Fault current limiter	Syed Ahmed, Southern California Edison
16:15 – 16:30	Concluding Remarks & Close	Chairman

Annex B

ExCo meeting of the IEA-IA on superconductivity Hotel ELDAN, Jerusalem April 16-18, 2007

Schedule

Monday April 16

09:00 ExCo closed meeting

10:15 Open meeting

- 1) Summary document,
- 2) a. c. losses,
- 3)

Alan Wolsky
Alan Wolsky

11:00 Reports by ExCo Members

- 4) Progress on MgB₂,
- 5) Progress on HTS applications in Korea,
- 6) Breakdown in liquid nitrogen,

Rene Flukiger
Gye-Won Hong
Michael Sander

12:00 Reports by Israel groups

- 7) News on HTS activities in Australia and New Zealand,
- 8) Magneto-superconducting materials and MgB₂ wires,
- 9) Investigation of the properties and large scale applications of
- 10) FCL work at RICOR,

Yosi Yeshurun,
Bar Ilan University
Israel Felner,
Hebrew University
Victor Meerovitch and
superconductors
Vladimir Sokolovsky,
Ben Gurion University
N. Pundak and Erez Harel

14:00 ExCo closed meeting

Tuesday April 17

09:00 Departure for RICOR at Kibbutz Ein Harod

10:30 Visit of RICOR

14:00 Visit of Kibbutz Ein Harod facilities

16:00 Departure for Bar Ilan University and Jerusalem

Wednesday April 18

09:00 Departure for SOLEL,

10:00 Visit of SOLEL

13:30 ExCo meeting (afternoon)

Beit Shemesh

Annex C

13th November : IEA Implementing Agreement (London)

1. Election of Chairman –Vice-Chairman for 2008
2. Membership of Nuclear Energy Center, India
3. End of sabbatical leave of Alan Wolsky – new employment arrangement of Operating Agent under DOE.
4. Scientific Report by Alan Wolsky
5. Financial report
6. Work plan of Operating Agent for 2007/2008
7. Presentations by ExCo members on recent HTS progress in their home countries.
8. Preliminary exchange on extension of the IA beyond Sept. 2008
9. Date and place of next meeting

15th November 2007 (London)

Presentations at IEA Meeting

Update on work on rotating machines and FCL in Canada	Dr. Julian Cave
High field coils at CERN and MgB2 MRI, Switzerland	Dr. Rene Flukiger
Update on materials progress and newly awarded DOE projects, USA	Dr. Debbie Haught
Korea's effort for SFCL development and application, including 22.9 kV Hybrid STFCL and Kepko's application plan.	Dr. Ok Bae Hyun
Recent progress on HTS in Japan	Dr. Osami Tsukamoto
Progress on Applied Superconductivity in Italy	Dr. Luciano Martini
Update on HTS wire development in Germany	Dr. Mathias Noe
Update on FCL and motor work in Germany	Dr. Heinz Werner Neumuller