

DB-Sammler Liste Nr. 9

Näheres zur Technik und zur Hochleistung von HTS-Kabeln

DB ↓ Nr. Kurze Erläuterungen ↓ zu den Datenblättern

- 3.07** Obwohl die maßgebenden Firmen für den Stromleiter HTS einen riesigen Erfolg veröffentlichten, und damit zu rechnen war, dass die industrielle Fertigung nur noch eine Frage der Zeit ist, wurde diesem Produkt vonseiten der jeweils aktuellen Regierungen kein Interesse zuteil.
- 12 143** Diese Seite beweist: Die renommiertesten Wissenschaftler der G7-Staaten sagen: „**Doch dann müssen wir auch festhalten, dass die bisherigen G7-Stellungnahmen der Akademien nichts bewirkt haben.**“
- 3.04 c** Die Firmen Bruker in Hanau und Nexans in Hannover zeigen das neue HTS-Kabel und bestätigen, dass dem Einsatz im Netz nichts mehr im Wege steht.
- 3.00** zeigt, dass man HTS nun viel billiger herstellen kann, weil man das Silberröhrchen um den Stromleiter nicht mehr braucht. Siehe auch DB Nr. 3.04 g.
- 3.04 g** zeigt, dass das HTS mittels Laserabscheidung nun industriell in jeder gewünschten Menge preisgünstig hergestellt werden kann. Die beschriebene Herstellung ist zwischenzeitlich sogar noch einmal optimiert worden.
- 3.00 a** zeigt, welche Firmen HTS-Kabel in welchen Varianten herstellen, die 150-mal mehr Strom transportieren als Kupferdrähte ähnlicher Größe. Eine sehr gute technische Information, auch für Nichtfachleute.
- 3.02 a** zeigt meine Erfindung des HTS-Verlegegeräts, und dass man mit diesem Gerät HTS-Kabel 200- bis 300-mal kostengünstiger an der VzT 6 oder an der VzT 2 verlegen kann als die HGÜ-Stromkabel für den Transport von Windstrom aus den Nordmeeren bis an die Alpen.

Draht-WIRE 4/208

HTSL schlägt Kupfer – Erfahrungsbericht

November 2014 – Ein halbes Jahr nach Inbetriebnahme ihres Supraleiter-Kabels in Essen ziehen der Energieversorger RWE und seine Projektpartner, der Kabelhersteller Nexans und das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) positive Zwischenbilanz. Das 1 km lange und damit weltweit längste Supraleiterkabel erweise sich in der innerstädtischen Stromübertragung effizienter als erwartet und erfülle die Erwartungen bei Weitem. Rund 20 Mio. kWh wurden seither geliefert, dies entspricht dem Anschluss von 10.000 Essener Haushalten.

Hochtemperatur-Supraleiter machen den Stromtransport effizienter als konventionelle Kupfer-Aluminiumkabel: Sie übertragen große Strommengen bereits bei 10.000 Volt anstelle von bei 100.000 Volt. Mit auf -200°C gekühltem flüssigem Stickstoff tragen sie nahezu verlustfrei die zweihundertfache Menge an Strom eines Kupferdrahts mit gleichem Querschnitt, hier 15 cm. Wärmeabstrahlung und Magnetfelder fallen dabei weg. So ist auch der Betrieb in direkter Nähe zu empfindlichen Datenkabeln problemlos möglich. Aufgrund des geringen Durchmessers können sie in bereits bestehenden Kabelschächten verlegt werden. Die Zahl der Umspannanlagen lässt sich reduzieren und an den Rand von Städten verschieben. Wertvolle, innerstädtische Flächen werden somit freigelegt.

Während einer zweijährigen Testphase sollten die technischen Vorteile im Betrieb ermittelt und ihre Wirtschaftlichkeit geprüft werden. Bislang bremsen die hohen Herstellungskosten eine Marktverbreitung noch aus. Nach 180 Tagen Betrieb haben die Projektpartner nun ein erstes Fazit gezogen. „Der Betrieb verläuft bisher reibungslos. Wir haben wertvolle technologische Erkenntnisse gesammelt, die uns dabei geholfen haben, das Gesamtsystem des Supraleiters weiter zu optimieren“, sagte Joachim Schneider, Technikvorstand der RWE Deutschland. So nahmen die Projektpartner Änderungen in der Systemüberwachung vor, um den Supraleiter optimal in das Schutzsystem des Essener Stromnetzes einzubinden. Zudem passten sie den Kühlkreislauf des Kabels den speziellen Anforderungen von AmpaCity an.

Finanziert wird das Projekt zum Teil über Fördermittel. 5,9 Mio. Euro der insgesamt 13,5 Mio. Euro Projektkosten stammen aus den Fördertöpfen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. „Die Energiewende braucht mutige Innovationen, um das Energiesystem von morgen effizient und sicher zu gestalten. Daher haben wir dieses Projekt bewusst für die Förderung durch unser Energieforschungsprogramm ausgewählt“, sagt Uwe Beckmeyer, Parlamentarischer Staatssekretär beim Bundeswirtschaftsminister für Wirtschaft und Energie.

Als weitere Unternehmen aus dem Bereich sind der Dünnschichtspezialist Deutsche Nanoschicht und der Anlagenhersteller Theva zu nennen. Beide Unternehmen forschen an der Verbesserung von Hochtemperatur-Supraleitern, um die Skalierung auf industriellen Maßstab voranzutreiben. Ebenso sind weitere Einsatzgebiete im Fokus. Beispielsweise werden der Bau leistungsfähigerer Transformatoren, Schiffsmotoren mit höherer Performance, leichterere Generatoren für die Windkraft und anderer elektrischer Großgeräte derzeit erforscht.

Deshalb könnten an der VzT 6 jederzeit HTS-Kabel montiert werden.

Leitung mit 10.000 V statt 110.000 V

Dem Projekt AmpaCity ging unter Federführung des KIT eine ausführliche Studie zur technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit einer Supraleiterlösung auf der innerstädtischen Mittelspannungsebene voraus. Supraleiterkabel sind die sinnvollste Möglichkeit, den Einsatz von Hochspannungskabeln in städtischen Netzen zu reduzieren, die Netzstruktur zu vereinfachen und die ressourcen- sowie flächenintensiven Umspannstationen zurückzubauen.

Vor dem G-7-Gipfel haben die nationalen Akademien der Politik einen umfangreichen Katalog von Empfehlungen vorgelegt

Die Wissenschaftsakademien der G-7-Staaten haben eine Stellungnahme zu den Themen des G-7-Gipfels veröffentlicht. Professor Gerald Haug, Präsident der Nationalen Akademie der Wissenschaften, erklärt die zentralen Punkte.

VON NORBERT LOSSAU

WELT: Die Empfehlungen der Akademien an den G-7-Gipfel ähneln früheren Stellungnahmen sehr. Gibt es da überhaupt neue Aspekte?

GERALD HAUG: Die Hauptbotschaften sind in der Tat seit Jahren die gleichen. Diese werden beständig von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen gut und klar kommuniziert. Doch es gibt neue Aspekte. Beim Klimathema wird nun betont, dass die Energiewende sozial gerecht gestaltet werden muss. Stärker im Blick ist auch die Klimakompetenz. Es ist wichtig, dass die Menschen die Folgen der globalen Erwärmung für sich und die Gesellschaft besser verstehen. Da gibt es leider noch immer Nachholbedarf.

Es reicht also nicht, ein Problem isoliert zu betrachten, sondern man muss alles im Kontext denken?

Im Prinzip ja. Doch das zentrale und drängendste Grundproblem ist der globale Klimawandel. Daran hängen viele der anderen Fragen – der Kohlenstoffkreislauf, das Energiesystem und auch die Biodiversität. Zwischen den klimabedingt kleiner werdenden Lebensräumen von Tieren und der Wahrscheinlichkeit für Zoonosen besteht ein Zusammenhang. Das Gesamtsystem mit all seinen Aspekten droht aus der Balance zu geraten.

Doch dann müssen wir auch festhalten, dass die bisherigen G-7-Stellungnahmen der Akademien nichts bewirkt haben. Gibt es irgendeinen Grund, dass dies bei der aktuellen Stellungnahme anders sein könnte? Wir müssen optimistisch bleiben und immer wieder auf Chancen hinweisen. Die notwendigen Technologien existieren und damit haben wir grundsätzlich immer noch die Möglichkeit, das Ruder herumzureißen. Die Politik ist jetzt

Die G-7-Staaten sind nur für ein Fünftel des CO₂-Ausstoßes verantwortlich. Wenn China, Indien und Russland nicht mitspielen, können die G-7-Staaten machen, was sie wollen. Es wird die Erwärmung nicht aufhalten.

Die G-7-Staaten sind die größten westlichen Handelsnationen plus Japan. Wenn diese Länder Regeln für den weltweiten Handel beschließen, die dem Klimaschutz dienen, dann können sie damit einen deutlichen Druck ausüben. Ein Drittstaat hat dann nur die Wahl, sich an die Regeln zu halten oder eben keinen Handel mehr mit G-7-Ländern zu treiben. China, Indien und die von monsonalen Regenfällen beeinflussten Länder sind sich zudem bewusst, was in einer mehr als zwei Grad wärmeren Welt passieren wird. Das wird wie ein permanenter El Nino sein. Diese Erkenntnis hat die Wissenschaft erst in den vergangenen 20 Jahren geliefert. Demnach wird es nicht nur heißer, sondern wie in El Nino-Jahren durch eine Südverschiebung des tropischen Regengürtels auch viel trockener. Dadurch werden in Indien, Ostasien und im monsonalen Afrika hunderte Millionen Menschen ihre Lebensgrundlage verlieren. Das bereitet mir allergrößte Sorge. Also müssen die G 7 Führung übernehmen und den Rest der Welt mitnehmen. Die Technologien, mit denen wir die Katastrophe abwenden können, sind verfügbar und ökonomisch sinnvoll.

Durch die Corona-Pandemie und den Krieg in der Ukraine hat sich die Welt verändert. Wie könnte sich das auf den Klimaschutz auswirken?

Die Pandemie hat uns gezeigt, dass die schnelle Umsetzung von technischen Möglichkeiten – ich meine damit die Impfungen – sehr viel bewirken kann. Daraus könnte man doch ableiten, dass auch beim Klimaschutz die Nutzung der richtigen Technologien viel bewirken wird. Der Krieg in der Ukraine hat uns die massive Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen vor Augen geführt. Das sollte uns inspirieren, verstärkt in große, nachhaltige Energie-Projekte wie Desertec und eine globale Wasserstoffwirtschaft zu investieren. Wenn wir jetzt sofort mit ganzer Kraft aktiv werden, dann könnten wir in zehn Jahren den Turnaround schaffen.



Zur Person

Gerald Haug, 54, ist seit März 2020 Präsident der Nationalen Akademie der Wissenschaften (Leopoldina) in Halle. Zugleich ist er seit 2015 Direktor der Abteilung Klimageochemie am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz. Im Jahr 2007 erhielt Haug den mit 2,5 Millionen Euro dotierten Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Erst in zehn Jahren?

Schneller wird es nicht gehen. China ist möglicherweise erst ab 2030 bereit, über eine Reduktion von CO₂-Emissionen nachzudenken. Und Indien baut weiterhin die Nutzung von Kohle massiv aus. Und die, die es technisch könnten, also genau die G-7-Staaten, werden voraussichtlich auch dieses Mal keinen CO₂-Preis beschließen. Deshalb werden wir bestenfalls in zehn Jahren erste größere Effekte auf die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre sehen.

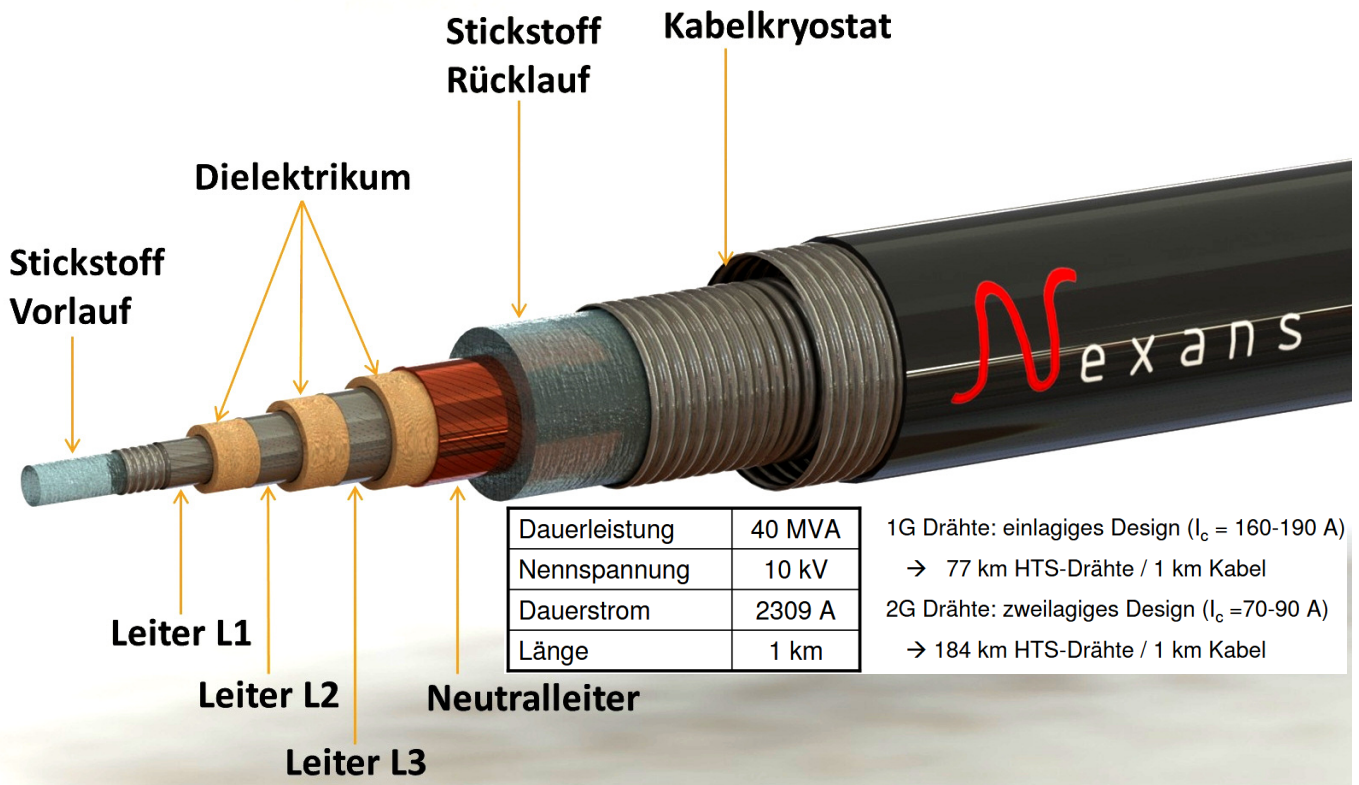
Die meisten Empfehlungen kosten viel Geld. Wo soll das herkommen?

Die erneuerbaren Energien rechnen sich in einer 20-Jahre-Perspektive – national und global. Ihre Nutzung ist billiger, als an der Kohlenstoffwirtschaft festzuhalten. Die Sonne ist umsonst.

(Artikel gekürzt) Quelle: <https://www.welt.de/wissenschaft/plus239087809/Klimawandel-Das-1-5-Grad-Ziel-ist-definitiv-nicht-mehr-erreichbar.html>

Nexans

HTS-Kabelaufbau



Zusammenfassung

Dr. Burkhard Prause, Geschäftsführer von Bruker HTS: "Das Super 3C-Projekt war ein enormer Auftrieb für unsere modernen 2G-Supraleiter und stellte deren Leistung und Zuverlässigkeit unter Industriebedingungen unter Beweis." Frank Schmidt, Leiter Geschäftsbereich Nexans HTS Systeme ergänzt: "Bemerkenswert ist, dass das HTS-Kabel nicht nur bei Betriebsbedingungen einwandfrei funktioniert, sondern auch nach der Belastung mit Kurzschlussströmen bis zum 40fachen des Nennwerts anstandslos arbeitet. **Dem Einsatz im realen Netz steht also nichts mehr entgegen.**" ¹

Der Netzausbau mit HTS-Kabeln ermöglicht gegenüber dem 110-kV-Zielnetz eine einfachere Netzstruktur bei geringerem Trassen- und Flächenbedarf.

Beim Netzausbau mit HTS-Kabeln lassen sich im Vergleich zum 110-kV-Zielnetz die Gesamtkosten senken.

Quelle:

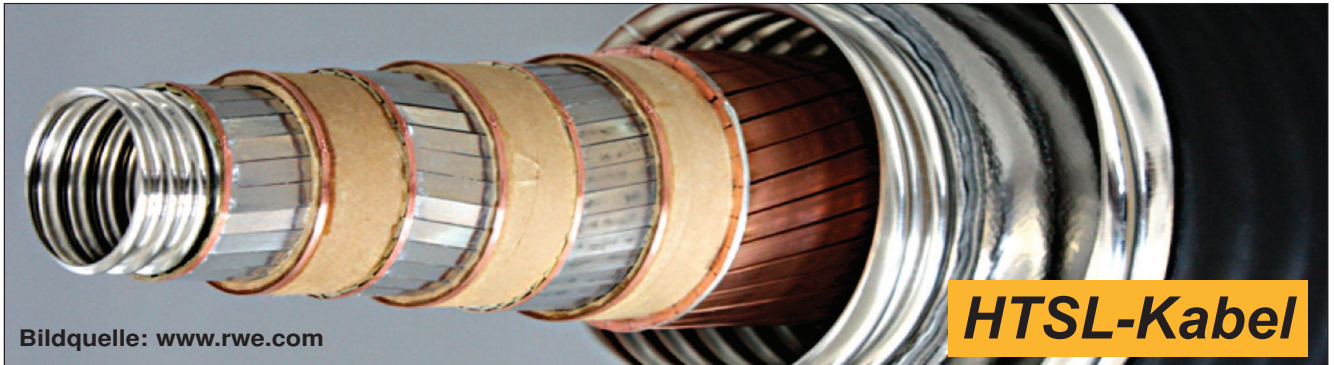
Supraleiterkabel – Eine Machbarkeitsstudie – Von Beate West – Nexans Deutschland GmbH – 12. Mai 2011
https://elenia.tu-bs.de/fileadmin/content/sls/6sls/6_SLS_-_West.pdf
 außer Absatz ¹: https://www.nexans.de/eservice/Germany-de_DE/navigatepub_148782_20711/Tiefkuhlkabel_schlagt_Kupferkonkurrenz.html

Erläuterung: HTS-Kabel und Hochtemperatur-Supraleiter (HTSL) ist das Gleiche.

Datenblatt Nr. 3.04 c

Pressemitteilung von RWE Deutschland AG, Essen, vom 19.01.2012

Essen wird 2013 Modellstadt für neue Supraleiterstrecken zum Stromtransport Vorzugsweise auf der Vielzweck-Trasse Typ 6



Bildquelle: www.rwe.com

HTSL-Kabel

- RWE Deutschland startet mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft ein Projekt zur zukunftsweisenden Stromverteilung
- Supraleitersystem des Technologieführers Nexans ersetzt innerstädtisches Hochspannungskabel
- Das Karlsruher Institut für Technologie passt das Kabeldesign im Rahmen des begleitenden Forschungsprojektes an. **(Die keramikhaltigen Stromleiter wurden mit einem Röhrchen aus Silber umhüllt und zu dünnen Bändern zusammengepresst, damit sie beim Aufrollen und Verbiegen nicht brechen. Dies ist jedoch durch den Einsatz der VzT 6 und des HTSL-Verlegegerätes nun nicht mehr nötig, siehe Datenblatt Nr. 3.02 a in Rubrik 8.)**

Minus 200°C im Ruhrgebiet.

Essen als Modellstadt für ein Pionierprojekt.

A M P A C I T Y
Intelligente Netze für die Stadt

AmpaCity heißt das Projekt, das die Essener Innenstadt zum Forschungsprojekt für die Zukunft macht. 2013 wird dort ein modernes 10.000-Volt-Supraleiterkabel auf einer einen Kilometer langen Teststrecke herkömmliche Leitungen ersetzen. Supraleiterkabel sind wahre Supertalente, wenn es um Energieeffizienz geht. Bei Temperaturen, die unsereins eher ungemütlich findet, fühlen sie sich pudelwohl. Auf rund -200°C heruntergekühlt, können die Leiter auf keramischer Basis Strom nahezu verlustfrei und bei geringerer Spannung transportieren. Sie sparen Platz und können möglicherweise große Umspannanlagen ersetzen. Außerdem bieten sie zusätzliche Versorgungssicherheit.



Dr. Joachim Knebel (Technikvorstand RWE Deutschland), Reinhard Paß (Oberbürgermeister Essen), Dr. Arndt Neuhaus (CEO RWE Deutschland) sowie Dr. Hans Christoph Wirth (BMW) und Christof Banklage (Nexans) führten das Pressegespräch.

Die Stadt Essen wird Pionier für ein neues Kapitel in der Zukunft innerstädtischer Stromverteilung:

2013 wird hier das derzeit weltweit längste Hochtemperatur-Supraleiterkabel (HTS-Kabel) unter die Erde gelegt. Projektpartner sind die RWE Deutschland AG, Nexans, als Hersteller von Kabeln, das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und der Projektträger Jülich (PTJ).

Ein modernes 10.000 Volt-Supraleiterkabel soll auf einem Kilometer Länge die herkömmlichen 110.000-Volt-Leitungen zwischen zwei Umspannstationen in der Essener Innenstadt ablösen. Supraleiter gelten als zukunftsweisende Lösung für eine platzsparende und besonders energieeffiziente Übertragung von Strom in den Städten.

Dr. Joachim Schneider, Vorstandsmitglied RWE Deutschland: "Supraleiter werden eine wichtige Rolle in der Versorgung in den Städten spielen. Wir sind stolz darauf, bei diesem Pionierprojekt ganz vorne dabei zu sein."

Der flächendeckende und wirtschaftliche Einsatz von Supraleitern wird nach Ansicht von Experten schon in wenigen Jahren möglich sein.

Datenblatt Nr. 3.00

MASSENPRODUKTION KERAMISCHER HOCHTEMPERATUR-SUPRALEITER MITTELS LASERABSCHNEIDEN

Ralph Delmdahl, Coherent GmbH, Göttingen
Alexander Usoskin, Bruker HTS GmbH, Alzenau

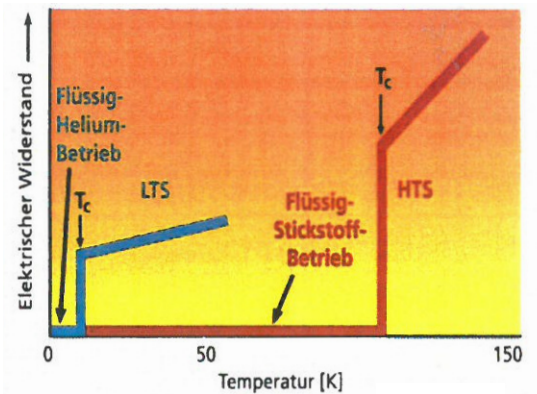


Bild 1: Sprungtemperaturen T_c von LTS und HTS, die oberhalb der Siedepunkte von Helium (-269°C, 4,2 K) und Stickstoff (-196°C, 77 K) supraleitend werden

Flexible Bänder aus supraleitender Keramik übertragen im Vergleich zum traditionell verwendeten Kupfer verlustfrei mehr als das Hundertfache an Strom. Dazu reicht die einfache Kühlung mit flüssigem Stickstoff. Auf Basis dieses Bandleitermaterials lassen sich moderne Stromnetzkomponenten fertigen, welche eine höhere Übertragungskapazität und Netzsicherheit gewährleisten. Jetzt können die keramischen Bandleiter erstmals durch Einsatz von Hochleistungs-UV-Lasern im industriellen Maßstab gefertigt werden und stehen vor ihrer breiten Markteinführung.

TECHNIKMERKMALE VON HOCHTEMPERATUR-SUPRALEITERN (HTSL) AB 2010

FIRMEN:

Im Bereich der Seekabel und Hochspannungskabel gibt es folgende Firmen von internationaler Bedeutung:

NKT Cables (Dänemark), Nexans (Frankreich), Prysmian (Italien), ABB (Schweden), General Cables (USA), LS (Südkorea), das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und der Projektträger Jülich (PTJ).

ABB Deutschland entwickelte für die Anbindung von Offshore-Windparks ein 320 Kilovolt (kV)-Hochleistungskabel für den Bereich der Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ). Dies ist das erste seiner Art, das das bisherige HVDC-Light-Kabel entscheidend verbessert. ABB zufolge bietet die HGÜ-Technik als einzige Übertragungstechnologie die Möglichkeit, den von Windenergieanlagen erzeugten Strom verlustarm über weite Strecken zu transportieren.

Das HTSL-Kabelsystem der ersten Generation (BSCCO) enthält haardünne bandförmige HTSL-Drähte, die 150-mal so viel Elektrizität wie Kupferdrähte ähnlicher Größe leiten. Aufgrund der hohen Leistungsdichte benötigen HTSL-Kabel wesentlich weniger Draht und können fünfmal so viel Strom befördern wie herkömmliche Kupfer-basierte Kabel – und das in einer kleineren Trasse. Laut **Nexans** würden durch supraleitende Erdkabel mit einer höheren Übertragungsleistung die globalen Verluste um mehr als 40% eingedämmt.

Laut NKT Cables ist ein hocheffizienter und umweltfreundlicher Stromtransport mit Supraleiterkabeln möglich. Mit Einzellängen bis zu 6 Kilometern, einem integrierten System zur Fehlerstrombegrenzung und neuen vielfach verkleinerten, kompakten Kühlsystemen sind sie eine Alternative zu konventionellen Energieübertragungssystemen. Die Übertragungsleistung ist fünfmal höher, gleichzeitig reduzieren sich die Verluste auf ein Zehntel. Mit dem Triax-HTS-Kabel präsentierte NKT die zweite Generation von HTSL sowie das Cyroflex mit einer vollständigen Dämpfung der EMF-Emission.

HTSL sind in immer größeren Mengen verfügbar. So zeigen die Kabel aufgrund einer supraleitenden Schirmlage kein externes Magnetfeld, weil der in der Schirmlage induzierte Strom das Magnetfeld des Stromes der Leiterlagen kompensiert. Außerdem sind die aktiv mit Flüssigstickstoff gekühlten Kabel thermisch unabhängig von ihrer Umgebung.

WALTER BACK FOLGERT DARAUS: DIESE KABEL KÖNNEN DESHALB OHNE PROBLEME IN ENGEM ABSTAND AN DER VIELZWECK-TRASSE TYP 6, WIE AUCH AN DER VIELZWECK-TRASSE TYP 2 BEFESTIGT WERDEN.

Alle oben genannten Firmen sind aufgrund ihrer Forschungsergebnisse in der Lage, ihre eigenen Erfindungen oder die der Forscher der US-Standardisierungsbehörde NIST, die ein extrem dünnes HTSL-Stromkabel entwickelt haben, zu verwenden.

Für den Austausch von Freileitungsdrähten bietet ThyssenKrupp VDM die neu entwickelten hochfesten Starkstrom-Freileitungsseile (Pernifer 36 MoW) an.

Eigenschaften: Mit äußerst geringer Wärmedehnung bei 100 m Seil und bei 150°C knapp 3 cm, bei 100 m Seil und bei 210°C knapp 5 cm. Im Vergleich dazu dehnt sich 100 m Stahldraht bei 90°C um 8 cm aus.

Die HGÜ-Technik wird immer häufiger eingesetzt. Jüngstes Projekt ist die Verbindung zwischen dem spanischen Festland und den Balearen, wo ein 250 km langes HGÜ-Seekabel die Ferieninsel Mallorca mit Strom vom Festland versorgt.

Die HGÜ-Technologie ist eine zunehmend attraktive Investition, sagt Peter Smits, ABB-Vorstand für Energietechnik (siehe DB 3.07).

Quelle: Wire Tube Messe Düsseldorf

http://www.wire.de/cgi-bin/md_wiretube/custom/pub/content.cgi?lang=1&oid=6090&ticket=g u e s t&ca_page=de%2F1064_1006.htm

Datenblatt Nr. 3.00 a

HTSL-MONTAGEGERÄT AUF DEM OBEREN FAHRWEG DER VIELZWECK-TRASSE TYP 6 FÜR DIE ANBRINGUNG DER KABEL

Bisher brauchte man für kilometerlange HTSL-Kabel, damit der spezielle keramikhaltige Stromleiter nicht bricht, eine Ummantelung mit einem Röhrchen aus Silber. Das war für den Stromtransport aus den Wüsten zu teuer für Europa. Nun gibt es folgende Lösung.

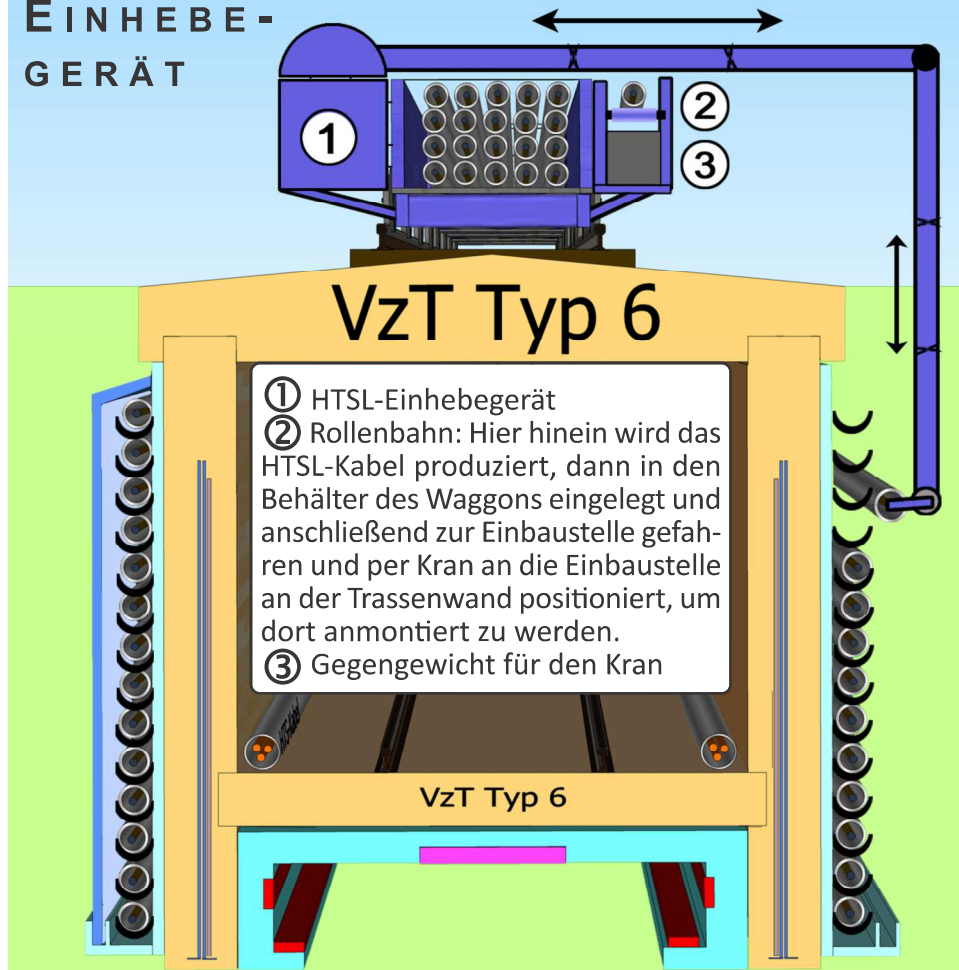
Beim Bau von 4 Vielzweck-Trassen (VzT 6) von je 1.500 Kilometern Länge (in Summe 6.000 km) kommt durch Einsatz dieses Montagegerätes folgende Kosteneinsparung gegenüber herkömmlichen Stromtrassen zustande:

1 km Erdkabel (HGÜ) kostet – laut Fa. Amprion GmbH – 10 Mio. Euro, somit bei 4 x 1.500 km 60 Mrd. Euro.

1 km HTSL-Kabel kostet – fertig an der VzT 6 montiert – 50.000 Euro, somit bei 4 x 1.500 km 300 Mio. Euro.

FRONTANSICHT

HTSL-MONTAGEGERÄT MIT KRAN / EINHEBERGERÄT



SEITENANSICHT DER VzT 6

