

Stromübertragung ohne Verluste...



Energie
und Rohstoffe
sparen

Die Entdeckung, dass einige Materialien bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt von -273 °C ihren elektrischen Widerstand verlieren, stammt aus dem Jahr 1911. Ende der 1950er Jahre konnten Tieftemperatursupraleiter (TTS) erstmals in extrem starken Elektromagneten für Teilchenbeschleuniger genutzt werden. In den 1970er Jahren kamen medizinische Kernspintomographen hinzu. Heute sind TTS von der Geologie bis zur Materialprüfung im Einsatz.

1986 fanden Georg Bednorz und Alexander Müller oxidkeramische Materialien, die schon bei Temperaturen um -180 °C supraleitende Eigenschaften entwickeln. Solche Hochtemperatur-Supraleiter (HTS) können einfach mit kostengünstigem flüssigem Stickstoff auf Betriebstemperatur gebracht und deshalb in vielen Bereichen wirtschaftlich genutzt werden. Es brauchte aber 30 Jahre Forschung und Entwicklung, die spröden keramischen HTS-Materialien in Form flexibler Leiter mit hoher Stromtragfähigkeit industriell verfügbar zu machen.

...mit modernsten Leitermaterialien

Moderne Hochtemperatur-Supraleiter sind Metallbänder mit extrem dünnen supraleitenden Beschichtungen. Sie zeichnen sich durch gleichmäßig hohe Stromtragfähigkeiten und sehr gute Verarbeitungseigenschaften aus.

Deutsche Hersteller nutzen zwei unterschiedliche Verfahren, um mit höchster Präzision Dünnschicht-Architekturen mit supraleitenden Eigenschaften auf Metallbänder aufzubringen. Das physikalische Beschichtungsverfahren basiert auf Elektronenstrahlverdampfen im Vakuum. Für den rein chemischen Beschichtungsprozess kommt ein von der Tintenstrahl-Drucktechnologie abgeleitetes Verfahren zum Einsatz.

...und wirtschaftlicher Kryotechnik

Hochtemperatur-Supraleiter werden in superisolierenden Ummantelungen (Kryostaten) betrieben, in denen sich Betriebstemperaturen unter -180 °C energieeffizient aufrechterhalten lassen. Weil sich Supraleiter im Betrieb nicht durch elektrischen Widerstand erwärmen, muss nur der Kälteverlust der Stromzuführung und -ausleitung kompensiert werden. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist die qualifizierte Auslegung des Kälteversorgungssystems.

Offene Kryokühlsysteme erzeugen Kälteenergie durch das Verdampfen von flüssigem Stickstoff, der in die Umgebungsluft entweicht. Geschlossene Systeme werden von Tieftemperaturerzeugern (Kryogeneratoren) versorgt, die in diversen Bauweisen und vielen Leistungsstufen industriell verfügbar sind. Abhängig vom Kälteenergiebedarf des supraleitenden Systems kommen ein- oder mehrstufigen Kühlverfahren zum Einsatz.



Innovation für nachhaltige Wirtschafts- entwicklung...



Technologie-
und Kompetenz-
transfer

Grundlegende Innovationen wie die Supraleitertechnologie entfalten ihr Potenzial erst durch wirtschaftliche Nutzung. Vor einer Markteinführung ist oft hoher Entwicklungs- und Finanzaufwand über mehrere Jahrzehnte notwendig. Anschließend müssen neue Technologien ihre Vorteile im kommerziellen Wettbewerb mit langjährig bewährten Lösungen am Markt beweisen.

Dieser aufreibende Prozess ist der Erfolgskern innovationsstarker Industriestandorte.

Es gilt, innovationsbereite Entscheider in Politik, Wirtschaft und Institutionen zu gewinnen, um mit Förder- und Pilotprojekten den Erfahrungsaufbau voranzutreiben. Und die Potenziale neuer Technologien müssen größeren Anwenderkreisen demonstriert und intensiv vermittelt werden.

...braucht qualifizierte Kommunikation

Seit 2006 berichtet der ivSupra regelmäßig über die Entwicklung und die Chancen supraleiterbasierter Effizienztechnologie. Seit 2008 begleiten wir ihre Einführung in industrielle und energiewirtschaftliche Anwendungsfelder. Heute repräsentiert der ivSupra als Zusammenschluss führender Spezialisten die gesamte Wertschöpfungskette der Supraleitertechnologie von der Grundlagenforschung über Materialherstellung und Tieftemperaturtechnik zu den kommerziellen Anwendungen supraleiterbasierter Systeme.

Der ivSupra

- integriert Wirtschaftsunternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen des Supraleitertechnologie-Clusters
- veranstaltet seit 2008 alle zwei Jahre den international besetzten Fachkongress Zukunft und Innovation in der Energietechnik mit Hochtemperatursupraleitern (ZIEHL)
- organisiert auf der Hannovermesse die weltweit größte kommerzielle Ausstellung supraleiterbasierter Technologien (Superconducting City)
- informiert Fachpolitik und Medien über Technologiechancen und Branchenentwicklung
- arbeitet zur Technologieförderung mit Ministerien und Administrationen auf Länder-, Bundes- und EU-Ebene zusammen
- kooperiert als Partner für Supraleitertechnologie mit nationalen und internationalen Wirtschafts-Fachverbänden (VDI, ZVEI, IEA, CIGRE, VDMA) und Institutionen wie der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)
- berät Bildungseinrichtungen in inhaltlichen Fragen bei der Technologievermittlung

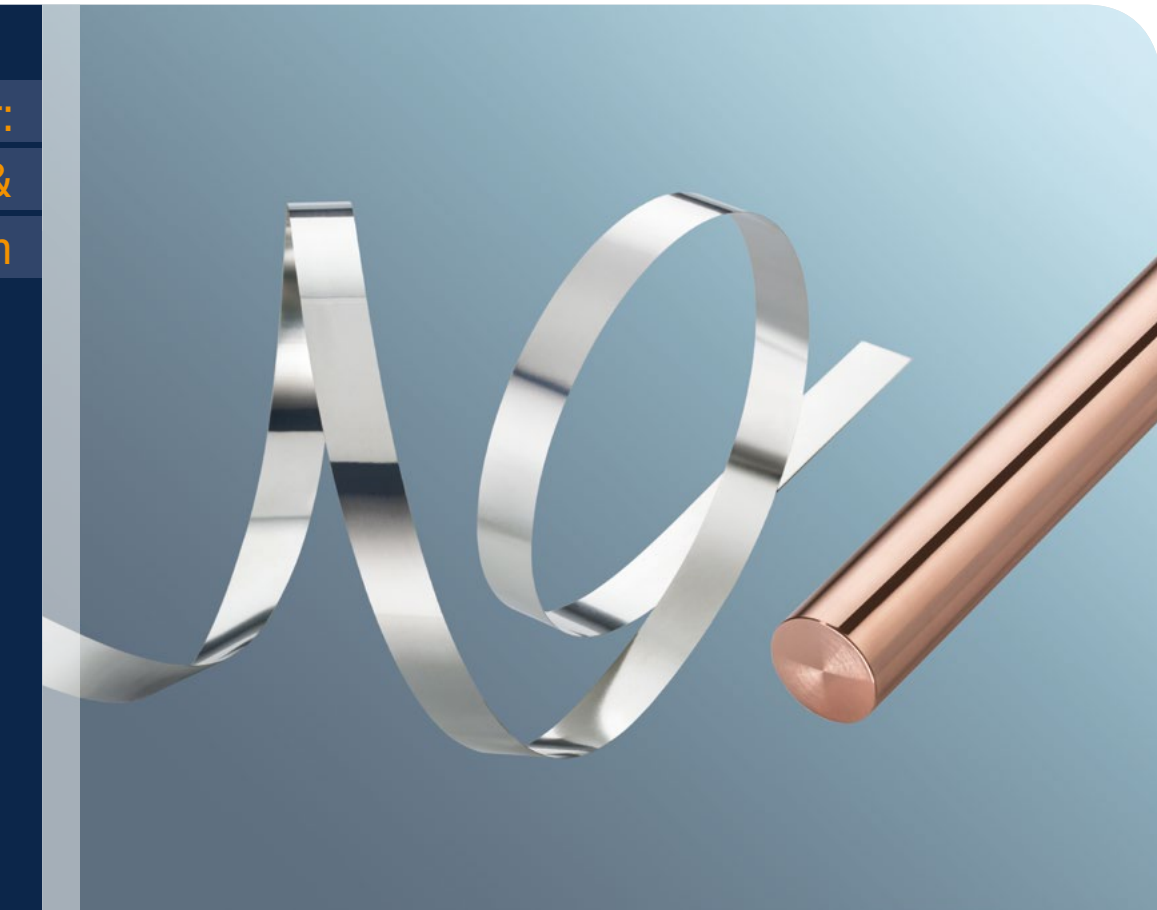
ivSupra

Interessenverband Supraleitung e.V., ivSupra
c/o THEVA Dünnschichttechnik GmbH

Rote-Kreuz-Straße 8 · 85737 Ismaning
info@ivsupra.de · www.ivsupra.de

ivSupra

Supraleiter:
Fakten &
Chancen



Supraleiter – Effizienztechnologie für Industrie und Energieversorgung

Interessenverband
Supraleitung e.V.

Kleiner, leichter, effizienter: Supraleiter...



Supraleiter als Schlüsseltechnologie

Supraleiter sind perfekte elektrische Leiter. Weil sie bei Betriebstemperaturen unter -200°C ihren elektrischen Widerstand verlieren, übertragen sie Strom praktisch verlustfrei. Diese Eigenschaft ist einzigartig: Alle herkömmlichen elektrischen Leiter verbrauchen bei der Stromübertragung einen Teil der eingespeisten Energie, weil sie sich aufgrund ihres elektrischen Widerstands aufheizen.

Die zweite besondere Eigenschaft der Supraleiter ist ihre extreme Stromtragfähigkeit. Ein supraleitender Draht kann mehrere hundert Mal höhere Stromdichten, das heißt mehrere hundert Mal mehr Energie übertragen, als ein normalleitender Draht des gleichen Querschnitts.

Mit diesen Merkmalen verschieben Supraleiter die Grenzen des Machbaren in der Elektrotechnik: Stromtransportsysteme, Spulen, Magnete, Antriebe und Generatoren auf Supraleiterbasis sind nicht nur leistungsstärker und energieeffizienter, sie können zugleich auch weitaus kleiner und leichter gebaut werden als bisher.

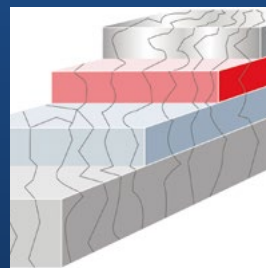
...für die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts

Inzwischen haben Supraleiter in vielen Bereichen ihre Zuverlässigkeit bewiesen und die Zahl der Anwendungsfelder nimmt rasch zu. Globalisiertes Wachstum, Klimaerwärmung und die absehbare Verknappung vieler Rohstoffe machen die Supraleiter als Effizienztechnologie immer wichtiger.

Deutsche Unternehmen bilden die gesamte Wertschöpfungskette der Supraleitertechnologie ab: Von der Herstellung supraleitender Materialien über die Tieftemperaturtechnik bis zu energietechnischen, netztechnischen und industriellen Anwendungen ist der Supraleiter Technologie-Cluster zudem geprägt von einer intensiven Zusammenarbeit der Industrie mit Universitäten und Forschungseinrichtungen.

Supraleiter können den Ausbau der Stromversorgung in Ballungsräumen vereinfachen, die Kosten für den Umbau der Energienetze senken und den Rohstoffverbrauch für elektrische Leiter verringern. Sie ermöglichen neue Lösungen, etwa für hochdynamische elektrische Antriebe oder die Speicherung von Energie. Weitere Anwendungen sind extrem leistungsfähige berührungslose Magnetlager oder Material-Handling-Systeme für hermetisch abgeschlossene Räume.

Bei der Stromversorgung energieintensiver Großtechnologie oder bei der Netzanbindung von Windparks lösen Supraleiter kostentreibende technische Probleme. In der deutschen Metallindustrie wird bereits seit 2008 supraleiterbasierte Technologie zur Materialerwärmung eingesetzt und im Stromnetz der Stadt Essen arbeitet seit 2014 eines der derzeit längsten supraleitenden Mittelspannungskabel der Welt.



Supraleitertechnologien für moderne Stromkabel...



Hocheffiziente Energie- und Netztechnik

Supraleiterkabel brauchen sehr wenig Platz und übertragen um ein Vielfaches höhere Strommengen als konventionelle Kabel. Sie erwärmen sich nicht und strahlen keine externen magnetischen Felder ab, so dass sie direkt neben Datenleitungen und in sensiblen Gebieten verlegt werden können. Die Trassen von Supraleiterkabeln sind zudem um 90% schmaler als konventionelle Erdkabeltrassen. Das vereinfacht u.a. den Netzausbau in Ballungsräumen, wo bestehende Kabelkanäle besser ausgenutzt, Transformatoren eingespart und Erdarbeiten reduziert werden können.

...kosteneffizienten Netzschutz

Die Energiewende verändert die Anforderungen an die Stromnetze, weil immer mehr Strom nicht in Kraftwerken erzeugt, sondern dezentral eingespeist wird. Mit der Auslastung der Netze in der Fläche steigt die Stärke der Fehlerströme, denen die Betriebsmittel dort im Störfall widerstehen müssen. Supraleitende Fehlerstrombegrenzer schützen netztechnische Einrichtungen vor Überlasten, verbrauchen aber im Gegensatz zu herkömmlichen Schutzeinrichtungen im Regelbetrieb nahezu keine Energie. So lassen sich bestehende Stromnetze sicher und kostensparend besser auslasten.

...erneuerbare Energieerzeugung

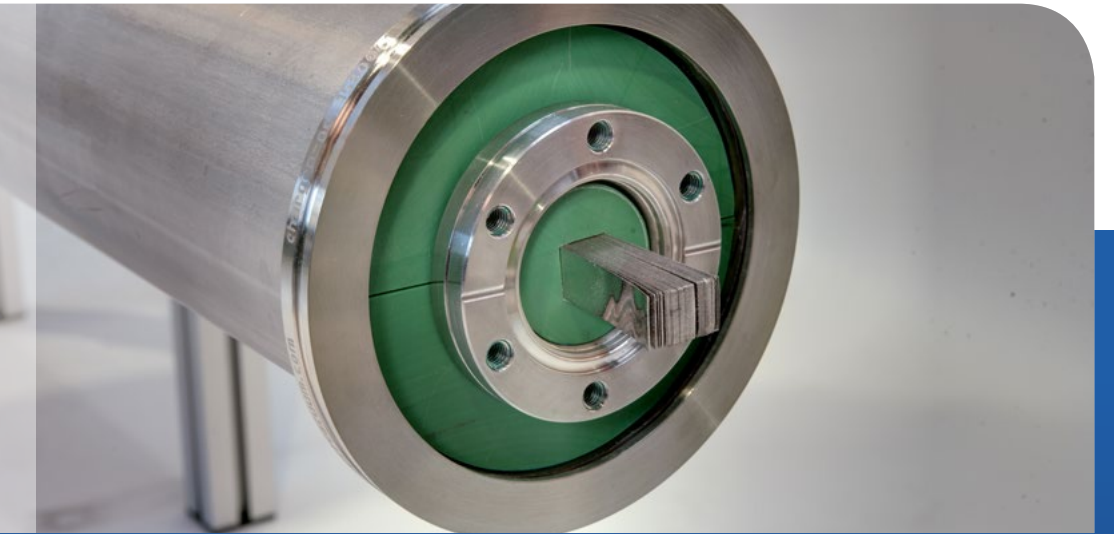
Direktangetriebene Supraleitergeneratoren sind um bis zu zwei Drittel kleiner und leichter als kupferbasierte Generatoren. Sie lassen sich sehr wirtschaftlich transportieren und installieren. Weitere Vorteile gegenüber herkömmlichen Systemen bieten Supraleitergeneratoren durch ihren signifikant besseren Wirkungsgrad im Teillastbetrieb, ihre entsprechend höhere Gesamtproduktivität und durch sehr gute Überlasteigenschaften. Die Supraleitertechnologie spart außerdem 99% der teuren Seltenerden-Materialien ein, die in Permanentmagnet-Generatoren zum Einsatz kommen.

...und Energiespeicher zur Netzstabilisierung

Flywheel-Energiespeicher mit supraleitender Lagerung kompensieren Leistungsschwankungen in Wechselstromnetzen. Sie beziehen bei einem Leistungsüberangebot elektrische Energie aus dem Netz, speichern sie in einer rotierenden Schwungradmasse und speisen sie bei Bedarf in das Netz zurück. Die kompakten Systeme bieten eine sehr hohe Leistungsdichte. Sie stellen sehr schnell hohe Regelleistung zur Verfügung und können mit günstigen Gesamtbetriebskosten für viele Formen der Netzstabilisierung eingesetzt werden.



Supraleiter im Industrieinsatz...



Wirtschaftliche Industriemösungen

Auch in der Industrie wächst das Interesse an der Supraleitertechnologie. Ihre Eignung für die teils sehr harten industriellen Betriebsbedingungen beweist die supraleiterbasierte Induktionsheiztechnik seit 2008 in der Aluminiumindustrie. Weitere Industrieanwendungen werden derzeit entwickelt bzw. getestet.

...für Hochstromversorgung

Großtechnische Elektrolysen zur Gewinnung von Chlor, Zink, Aluminium oder Wasserstoff werden durch massive Hochstromschienen aus Aluminium oder Kupfer mit Gleichstrom versorgt. Supraleitende Stromschienen reduzieren den Platzbedarf solcher Stromversorgungen um 95%. Außerdem entfallen die Wärmeemissionen, die starken externen Magnetfelder und die hohen Arbeitsschutzanforderungen konventioneller Hochstromschienen. Auch in Datenzentren und der Netzanbindung von Wind- und Solarparks sind supraleitende Stromschienen wirtschaftlich attraktiv.

...supraleiterbasierte Antriebe

Supraleiterbasierte Motoren verbrauchen nicht nur weniger Energie und Rohstoffe, sie sind auch ca. 60% kleiner und leichter als konventionelle Elektromotoren. Entscheidende Vorteile bieten supraleitende Industrieantriebssysteme durch ihre hohe Dynamik. Sie erreichen fünffach höhere Beschleunigungswerte und erlauben extrem schnelle Drehzahländerungen und höchste Drehmomente. Im Schiffsbau ermöglichen supraleitende Motoren grundlegende neue Raumnutzungskonzepte und Verbesserungen der Energieeffizienz durch strömungsgünstig positionierte Pod-Antriebe. In der Luftfahrt werden zukünftig erst supraleitende Motoren aufgrund des geringen Leistungsgewichts das elektrische Fliegen ermöglichen.

...und supraleitende Magnetlager

Supraleitende Magnetlager laufen berührungslos, bieten eine höchst präzise Führung und können für extreme Lasten und Drehzahlen ausgelegt werden. Als Passivlager bieten sie ohne äußere Regelung eine sehr hohe Betriebssicherheit. Reibungsverluste, Wärme- und Staubemissionen entfallen. Für Transportsysteme sind supraleitende Linearlager in der Erprobung. Auch für das Materialhandling in Reinräumen und im Vakuum bieten berührungslose supraleitende Linearlager-systeme hervorragende Voraussetzungen. Ihre Präzision stellt die supraleiterbasierte Linearlagertechnik unter anderem bereits in astronomischen Teleskopen unter Beweis.

