Informationsgespräch BMWi – ivSupra

Supraleiter in Energienetzen

Unterlagen zur Diskussion

Dr. Wolfgang Reiser, Prof. Dr. Michael Bäcker, Hermann Boy, Ursula Kollenbach

ivSupra e.V.

ivSupra – Ein Interessenverband für eine wirtschaftliche und ökologische Zukunft

Im Interessenverband Supraleitung sind eine Vielzahl meist mittelständischer Unternehmen zusammengeschlossen, die eine führende Rolle bei der Entwicklung und Vermarktung der Supraleitertechnologie spielen. Sie spiegeln die **gesamte Wertschöpfungskette** von der Materialherstellung über die Anwendungsentwicklung, die Kryotechnik bis hin zur begleitenden wissenschaftlichen Evaluierung wider. Abgesehen von unserem Ehrenmitglied, **Nobelpreisträger, Dr. Georg Bednorz**, haben wir folgende Mitglieder:

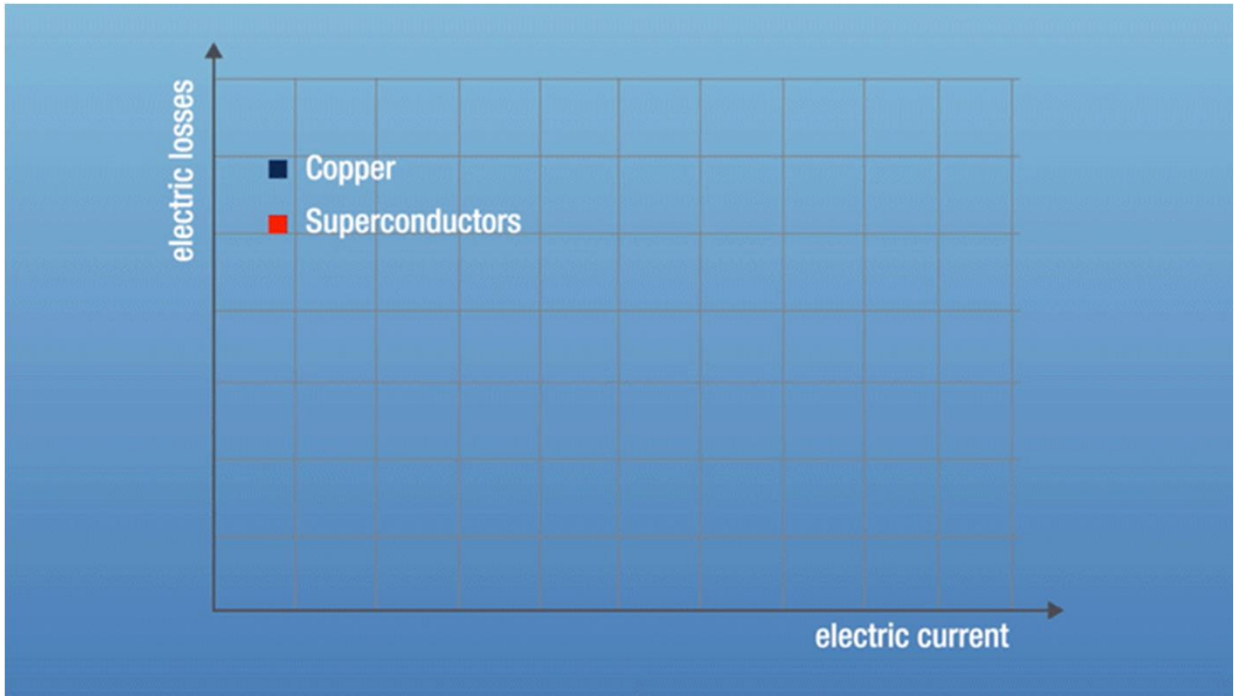
ATZ
BILFINGER
BRUKER
can superconductors
elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme
ERT ERT Refrigeration Technology GmbH
evico
KIT Karlsruher Institut für Technologie
IMAB Institut für Elektrische Maschinen, Antriebe und Bahnen TU Braunschweig
MAGNET WORLD
Material & Technology - Consulting
OSWALD
SHI Cryogenics Group
THEVA
VISION ELECTRIC Super Conductors

Aktivitäten des ivSupra:

- Organisation von Veranstaltungen
  - ✓ ZIEHL-Tagung
  - ✓ Superconducting City auf der Hannovermesse
  - ✓ Parlamentarische Abende in Berlin
  - ✓ Symposien / Workshops
  - ✓ Teilnahme an der Woche der Umwelt
  - ✓ Unterstützung des Braunschweiger Supraleiterseminars
  - ✓ Unterstützung des Kaiserslauterer Supraleiter
  - ✓ Symposiums
- Netzwerkarbeit – u.a. Organisation der Forschungs-feldtreffen Supraleitung des BMWi
- Erstellung von Informationsmaterial
- Pressearbeit
- …

Energieeffizienz – kein elektrischer Widerstand

Netzschutz – nicht-linearer Widerstandsverlauf



Materialeffizienz – höchste Energiedichte

Prof. Dr. Michael Bäcker

Supraleitung in Netzen

Fehlerstrombegrenzer und Speicher:

Stabilisierung von Netzen und Nutzung von Netzreserven und einer engeren Vermaschung von Netzen → entzerrt den Netzausbau

Supraleiterkabel:

Hohe Stromtragfähigkeit → Einsparung von Spannungsebenen und damit teurer Netztechnik

Supraleiterkabel haben keine thermischen Emissionen → keine Austrocknung der Böden

Keine elektromagnetischen Emissionen → keine Interferenzen mit Datenleitungen (städtische Netze) und GPS-Signalen (u.a. Landwirtschaft)

Geringe Trassenbreiten von 2m → und schnellere Realisierung, aufgrund des geringeren Bauaufwands

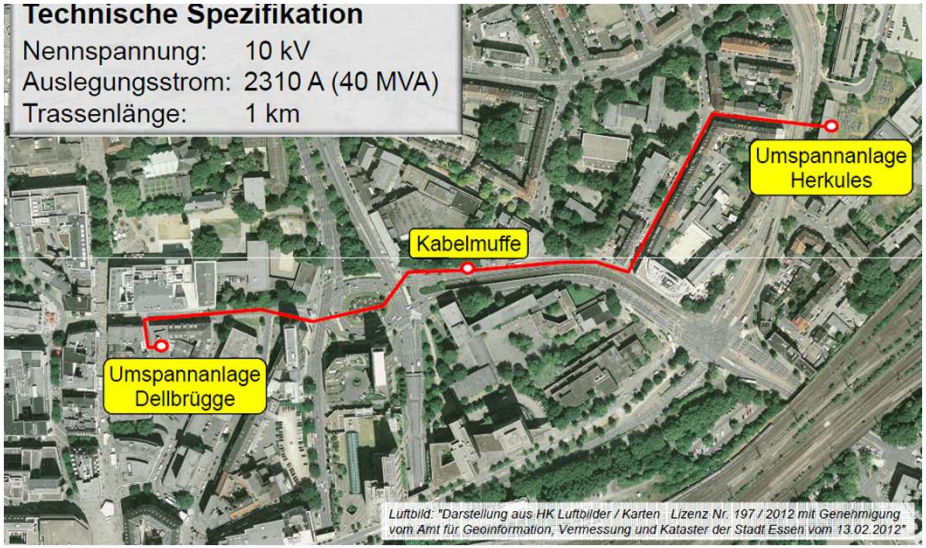
→höhere Akzeptanz = leichtere Überbrückung umstrittener Netzabschnitte

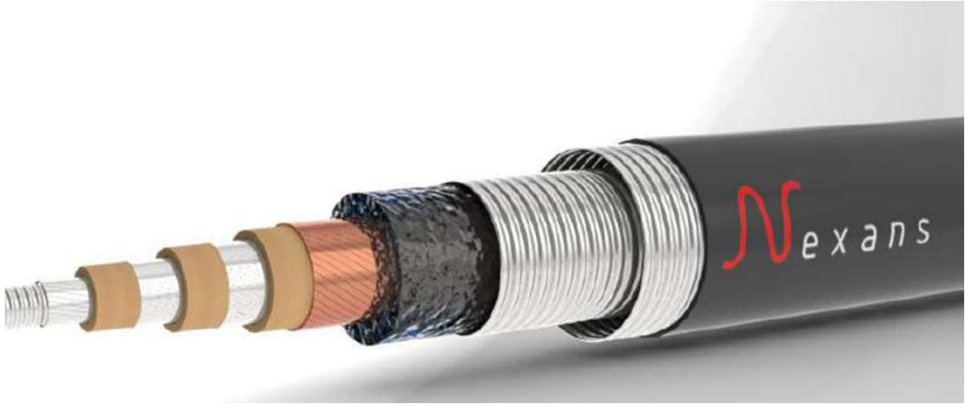
Paradigmenwechsel in der Stromübertragung: Hohe Ströme statt hoher Spannung!

Supraleitung in Netzen - Projekte

Projekt Ampacity, Essen

- ✓ Längste Kabelinstallation weltweit
- ✓ Integrierter Strombegrenzer
- ✓ Seit 2013 ohne Ausfälle im Netzbetrieb
- ✓ Ersatz eines Hochspannungskabels durch ein Mittelspannungskabel im Essener Stadtnetz
- ✓ Einsparung einer Umspannanlage





Supraleitung in Netzen - Projekte

Projekt EcoSwing II, EU Horizon 2020

Neun Partner aus fünf Ländern haben das Projekt erfolgreich abgeschlossen:

- ✓ Design
- ✓ Bau des Generators
- ✓ Installation
- ✓ Betrieb im regulären Netz

Nachgewiesene Vorteile der Supraleitergeneratoren:

- ✓40% leichter als Permanentmagnet-Generatoren
- ✓Über 25 % kleiner als PM-Generator
- ✓Extrem robust und Überlastfähig
- ✓Hocheffizient im Teillastbereich

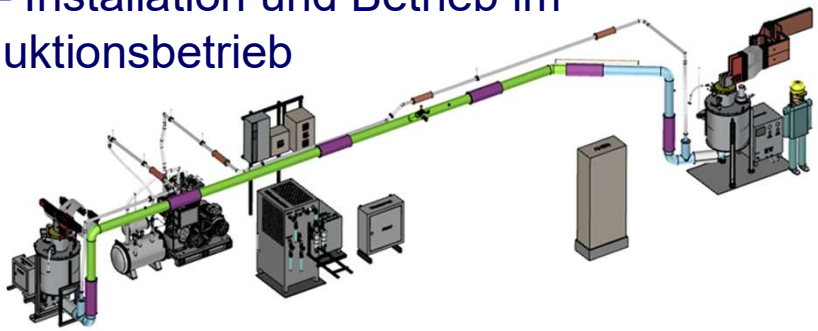
Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

"EcoSwing has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 656024." "Herein we reflect only the author's view. The Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains."

Supraleitung in Netzen - Projekte

Projekt 3S, BASF Ludwigshafen

Nachweis der Industrietauglichkeit für 20 kA DC – Installation und Betrieb im Produktionsbetrieb



20 kA → 200 kA

Projekt DEMO200, Trimet

Aufbau eines Demonstrators für 200 kA, gefördert durch BMWi → www.demo200.de
Nächster Schritt: Betrieb in der Aluminiumhütte Trimet Hamburg

Dr. Wolfgang Reiser

Supraleitung in Netzen - Projekte

SuperLink, München – Weltweit längstes Supraleiterkabel

1. Phase = 2,5 Jahre: Entwicklung und Test der Komponenten im Netzbetrieb

2. Phase: 12 km SL-Hochspannungsleitung zwischen dem Hauptumspannwerk Menzing und dem Lastschwerpunkt München-Süd:

- ✓Übertragungsleistung 500 MW
- ✓1 Kabelsystem statt 4 Kabelsysteme: Geringere Tiefbaukosten für Supraleiterkabel
- ✓Weniger Beeinträchtigungen für Stadtverkehr und Anwohner während der Verlegung
- ✓Ca. 600 t CO_2-Einsparung pro Jahr
- ✓SL-Kabel ist 25 – 30% günstiger als konventionelles Kabel – sowohl in der Investition wie im Betrieb

Grundüberlegungen zu Innovationen für den Klimaschutz

„Forschung und Innovation sind Voraussetzung, um die Klimaschutzziele zu erreichen und zusätzliche Dynamiken anzustoßen.“

„Ein […] wichtiger Bereich sind Investition in Forschung und Entwicklung. In vielen Bereichen gibt es bereits fortschrittliche Verfahren, die umgesetzt werden können.“

zitiert aus „Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm 2030“ der Bundesregierung (Klimakabinett September 2019)

„Wir stehen mitten in einem tiefgreifenden Umbau unseres Energiesystems. […] Diese gewaltige Aufgabe können wir mit Innovationen und neuen Technologien besser und effektiver meistern […] das neue Programm soll einen hohen Praxisbezug von Forschung und Entwicklung sicherstellen und die Transformation von hochinnovativen Ideen in erfolgreiche Produkte und Verfahren unterstützen.

zitiert aus dem „7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung“

Welche Innovationen können zu den Klimaschutzzielen beitragen?

Grundüberlegungen zu Innovationen für den Klimaschutz

1. Die Zeit

Innovationen in der Energietechnik benötigen von der (Material-) Entdeckung bis zum (System-)Produkt 30+ Jahre

Beispiel: Lithiumionenbatterie
- Entdeckung in den 70er Jahren
- Erstes kommerzielles Produkt 1985

✓Marktfähiger Einsatz in der Elektromobilität ab 2010

Beispiel: Hochtemperatur-Supraleitung
- Entdeckung 1986
- Erstes kommerzielles Produkt ca. 2000

✓**Erste marktfähige Prototypen ab 2008**

Grundüberlegungen zu Innovationen für den Klimaschutz

2. Die Energie

Energietechnik basiert auf Hochenergietechnik. Innovationen müssen direkt im hohen Energiebereich >>MW realisiert werden

Beispiel: Energiespeicher (außer Li-Ionen)

- Bisher nur Feldtests <1MW (z.B. windNODE, Zwickau)

Beispiel: Hochtemperatur-Supraleitung

- **Feldtest 40MVA** (Projekt Ampacity, Essen)

Grundüberlegungen zu Innovationen für den Klimaschutz

3. Der Beitrag

Innovationen in der Energietechnik benötigen eine schnelle und hohe Marktdurchdringung, um einen nennenswerten Beitrag zu den Klimaschutzzielen zu erreichen

Beispiel: Windkraft
- Von 1998 bis 2018 Bau von ca. 30.000 Anlagen mit ca. 55GW
- Windenergie ist 2019 wichtigste Energiequelle (vor Braunkohle)

✓ **Förderung der Anwender durch EEG**

Beispiel: Elektromobilität
- Neuzulassung Anteil Elektro-PKW 3% (2019)
- Bestand Anteil Elektrofahrzeuge <<0,5% (2019)

✓ **Kaufprämie für Endkunden**

Folgerungen

Ausschließlich solche Innovationen in der Energietechnik können zu den Klimaschutzzielen bis 2030/2050 beitragen, die

1. **bereits einen hohen technischen Reifegrad aufweisen (z.B. Prototypen, Vorserie, Feldtests) – ZEIT,**
2. **Feldtests im entsprechenden Energiebereich bestanden haben – ENERGIE,**
3. **schnell in großen Mengen kostengünstig verfügbar sind – BEITRAG.**

Wo steht hier die Supraleitung?

Reifegrad (1) und Feldtests (2)

Seit über 10 Jahren bestehen ausgereifte, supraleitende Energiesysteme erfolgreich Feldtests im relevanten Energiebereich, z.B.

- **Mittelspannungskabel im Essener Stadtnetz**
- **Hocheffiziente, robuste, leichte und kompakte Winkraftgeneratoren**
- **Modulare Hochleistungskabelsysteme**

Projekt Ampacity, Essen

Projekt Ecoswing, EU

Projekt 3S, Ludwigshafen

Hohe, kostengünstige Verfügbarkeit (3)

Wenige große (Förder-)Projekte in großem Abstand

Projekt Ecoswing, EU

2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025

Projekt Ampacity, Essen

SuperLink, München

Hohe, kostengünstige Verfügbarkeit (3)

Wenige große (Förder-)Projekte in großem Abstand

⇒ Auftragspeaks für (Material-)Hersteller mit langen Phasen ohne Aufträge verhindern Aufskalierung und Kosteneffizienz

Forderungen und Anregungen des ivSupra

Neue Kostenkalkulation in der Energietechnik: Einbeziehung nicht nur der Investitionskosten, sondern auch anderer positiver Effekte von (supraleitenden) Innovationen wie Effizienz, Emissionen und Akzeptanz →Schnellere Integration innovativer Netztechnik

Absicherung von Pilotprojekten für innovative Energieversorger („first mover“) →Übernahme der Haftungsrisiken und Weiterverwendung geförderter Systeme nach Projektende

Beschleunigung des Markteintritts durch Förderung der Anwender / Endkunden → „Effizienzprämie“ für den Ersatz alter Kabel durch energieeffiziente Kabelsysteme sowie verpflichtender Einsatz von Kabel höchster Energieeffizienz, ähnlich dem Kabelvorrang gegenüber Freileitungen

Forderungen und Anregungen des ivSupra

basierend auf Konsultationen zum Entwurf des integrierten Nationalen Energie- und Klimaplans (NECP)

Masterplan die Förderung von hocheffizienten Querschnittstechnologien wie Supraleitung mit aufeinander aufbauenden F&E-Projekten in schneller Abfolge

- ✓ **Weg von alleinstehenden Einzelprojektförderungen**
- ✓ **Hin zu zusammenhängenden F&E-Projektserien bis zur Marktreife (= Verstetigung der Aufskalierung)**

Schnellere und parallele Abfolge von (Förder-)Projekten bis in den Serienbereich

- ✓ **Verstetigung der Aufskalierung und höhere Kosteneffizienz bei Markteintritt**

Hohe, kostengünstige Verfügbarkeit (3)

Wenige große (Förder-)Projekte in großem Abstand

→ Nachteil für mittelständische Firmen in Deutschland und der EU

Beispiel andere EU-Länder:

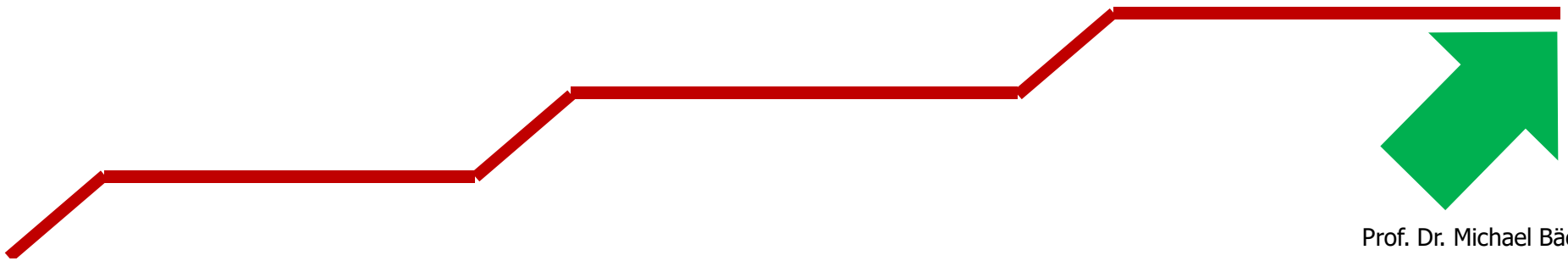
Geringere Förderquoten in Deutschland (60%) als in EU-Nachbarländern, wie Frankreich, Italien und England (häufig 80%)

→ Nachteil für mittelständische deutsche Unternehmen

Beispiel Asien:

Langfristige, nationale Förderprogramme in Asien ermöglichen eine kontinuierliche und systematische Steigerung von Performance, Betriebserfahrung und Produktion

→ Vorteil asiatischer Firmen im internationalen Wettbewerb



Supraleitung für den Wirtschaftsstandort Deutschland

Die Klimaschutzziele der Bundesregierung machen einen Strukturwandel in der deutschen Wirtschaft notwendig

- ✓ **Querschnittstechnologien wie Supraleitung können substantielle Beiträge hierzu leisten – in der Energietechnik und in der Industrie**

Innovative Technologie ist DAS Markenzeichen der deutschen Wirtschaft

- ✓ **Supraleitertechnologie hat große Arbeitsplatzpotentiale**

Deutschland ist das einzige Land Europas, das über die gesamte Wertschöpfungskette der Supraleitertechnologie verfügt. Allerdings wird das Risiko für die Entwicklung innovativer Technologie wird i.d.R. von KMUs getragen

- – **Damit besteht das Risiko, dass ganze Technologien erst gefördert und dann verloren gehen, da sich die Förderpraxis an großen Unternehmen orientiert**

Große Unternehmen nehmen Förderungen in Anspruch und zielen nicht auf die Vermarktung der Technologie ab

- – **Sie schützen damit ihre etablierten, konventionellen Technologie und entwickeln sich zu Innovationshemmnissen**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Wolfgang Reiser, Prof. Dr. Michael Bäcker, Hermann Boy, Ursula Kollenbach

ivSupra e.V.

Supraleitung in Netzen

Paradigmenwechsel: Leistungsübertragung durch hohe Ströme anstelle hoher Spannungen

AC-Netze:

Gleiche oder höhere Leistung auf Mittelspannung anstelle konventioneller Hochspannung

- Supraleitende Strombegrenzer ermöglichen den Zusammenschluss von Teilnetzen ohne Neubau der Schaltanlagen.
- Einsparung von Spannungsebenen reduziert Kosten für die Netztechnik
- Einfachere Planung und kürzere Genehmigungszyklen entzerrt den Netzausbau
- Einfacher Wartung und kürzere Reparaturzeiten vermindert Betriebskosten
- Verlegung in vorhandenen Leerrohren in Stadtgebieten vermeidet große Verkehrsstörungen

DC-Hochleistungsübertragung (HGÜ)

Gleiche Übertragungsleistung 2 GW auf Mittelspannung (± 50 kV, 20 kA) wie HGÜ (± 500 kV, 2 kA)

Höhere Übertragungsleistung > 2 GW auf Mittelspannung (z. B. für Anlandung der Nordsee-Windenergie) - ??? (s.o.)

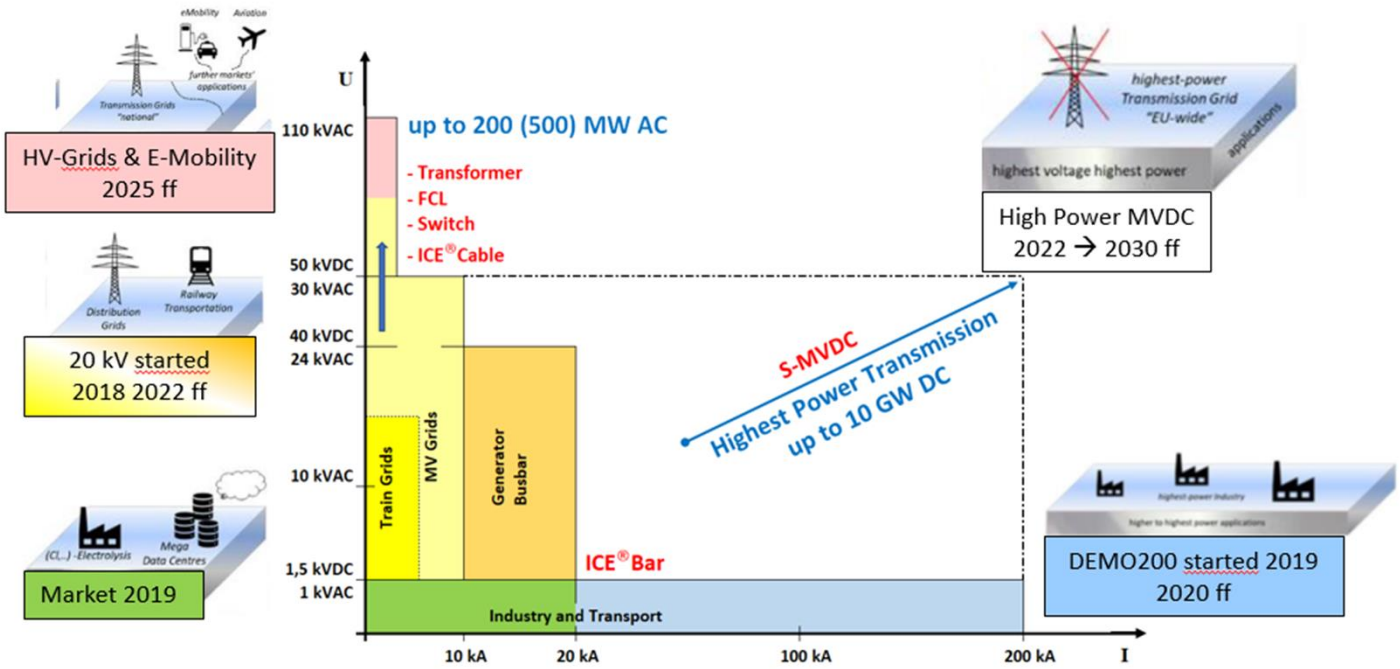
- → ± 500 kV, 2 kA ist die technologische Grenze für DC-Kabel

Mit Supraleiter steigt die Bevölkerungsakzeptanz und verkürzt sich die Realisierung

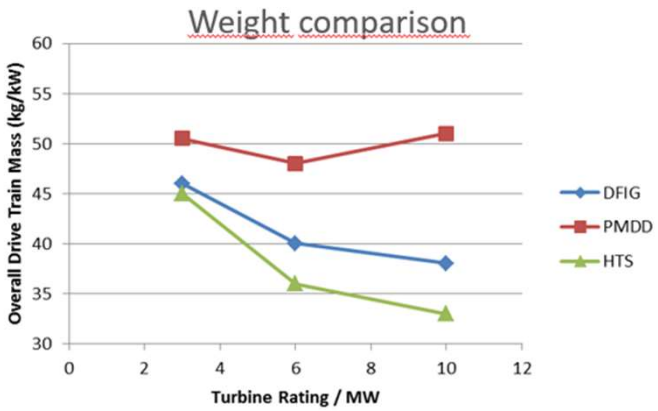
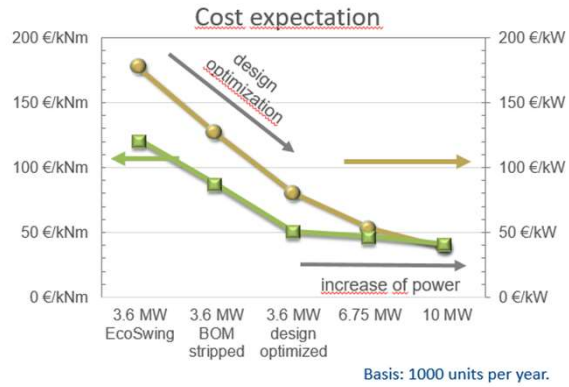
- Geringster Landschaftsverbrauch durch geringe Trassenbreiten
- Niedrige Baukosten und kurze Verlegezeiten, Einfache Überbrückung kritischer Streckenabschnitte (Flüsse, Bahn, etc.)
- Keine thermische Emissionen, die die Böden austrocknen und **vernachlässigbare elektromagnetische (???)** Emissionen

Supraleitung in Netzen - Projekte

Ziel: DC-Höchstleistungsverbindung auf Mittelspannung



Lange Entwicklung über 10 Jahre mit aufeinander aufbauenden F&E-Projekten

Dr. Wolfgang Reiser

Projekt EcoSwing II, EU