

SuperNode Ltd
Unit 5 Red Cow Business Park
Robinhood Road, Dublin D22 HC81
Irland

MaTech-Consult GmbH
Plankgasse 58
50668 Köln
Deutschland

Kontaktperson: Christan Kjaer

Kontaktperson: Prof. Dr. Michael Bäcker
Tel.: +49 176 4572 8051
e-mail: baecker@matech-consut.de

Konsultation zum NEP 2037/2045, Version 2023

Stellungnahme von SuperNode Ltd und MaTech-Consult GmbH,
eingereicht am 25.04.2023

SuperNode Ltd ist ein Vorreiter bei der Entwicklung innovativer supraleitender Systeme zur Kopplung von Energienetzen. Die Technologie von **SuperNode** ermöglicht die energieeffiziente Einbindung großer erneuerbarer Energiequellen, wie Wind- oder Solarparks in bestehende Netze und trägt damit zum Erfolg einer dekarbonisierten Energieversorgung bei.

Für die Optimierung supraleitender Energieübertragungssysteme kooperiert **SuperNode** mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen in den Bereichen Kryotechnik, Supraleitermaterialien und Übertragungstechnik mit einem Schwerpunkt auf Gleichstromsystemen (DC) und deren Anwendung im maritimen Umfeld.

SuperNode hat seinen Sitz in Irland und ist im gemeinsamen Besitz von Dr. Eddie O'Connor und der norwegischen Energie Investmentgruppe Aker Horizons.

Die **MaTech-Consult** GmbH berät zu Materialien und Technologien insbesondere für die Energietechnik. Geschäftsführender Gesellschafter ist Prof. Dr. Michael Bäcker.

Innovationen in der Netztechnik mit Supraleitern

Die Transportkapazität konventioneller Kabel ist durch ihren elektrischen Widerstand begrenzt. Deswegen werden große Strommengen über längere Distanzen auf einer hohen Spannungsebene übertragen. Stromnetze aus Supraleiterkabelsystemen können höhere Strommengen über größere Distanzen ohne elektrische Verluste auf einer niedrigeren Spannungsebene transportieren – und das obwohl diese Infrastrukturen weniger Eingriffe in die Umwelt erfordern.

Supraleitende Kabel verfügen bereits heute über einen hohen Reifegrad und werden in verschiedenen Projekten in Deutschland und weltweit hin zu höheren Übertragungsleistungen, geringeren Investitions- und Betriebskosten, sowie Redundanz und Zuverlässigkeit weiterentwickelt. Bis zum Jahr 2030 wird sowohl für supraleitende Kabel im Übertragungs- als auch im Verteilnetz ein TRL-Level (TRL=Technology Readiness Level) von 9 angestrebt, was mindestens allen im aktuellen NEP 2037/2045 diskutierten Innovationen entspricht. Supraleiter sollte daher als eine mögliche Innovation im Zielnetz 3037/2045 berücksichtigt werden.

Innovative supraleitende Kabel können im Energienetz der Zukunft eine wichtige Rolle spielen:

- Supraleitende Hochenergiekabel benötigen nur **sehr schmale Trassen**, vor allem im Vergleich zu HGÜ-Kabeln ist der Platzbedarf um einen Faktor 8-10 geringer.
- Supraleitende Kabel haben **keine thermischen und elektromagnetischen Emissionen**.
- Aufgrund geringster notwendiger Eingriffe in Natur und Landschaft ist die **gesellschaftliche Akzeptanz** wesentlich höher als bei konventionellen Kabelinstallationen.
- Der **CO₂-Fußabdruck** supraleitender Kabel ist sowohl aufgrund des deutlich geringeren Rohstoffbedarfs als auch aufgrund der verlustfreien Stromleitung signifikant geringer.

Direkter Bezug zum NEP 2037/2045, Version 2023

In Kapitel 6.3.1 (S. 166ff) wird die **Offshore-Vernetzung** als ein wichtiger Innovationsbereich in der Netzentwicklung beschrieben. Sie kann einerseits national den Redispatch-Bedarf senken, viel wichtiger und potentiell weit innovativer ist aber die internationale Vernetzung. Nur so können die Energien aus Offshore-Windfarmen bei über Europa wandernden Windereignissen optimal genutzt und verteilt werden. **SuperNode** entwickelt bereits Konzepte für eine optimale europäische Nutzung von variablen Windereignissen durch die **Verwendung supraleitender DC-Kabelverbindungen zwischen nationalen Offshore-Windenergienetzen**. Die Verwendung von supraleitenden Unterseekabeln erscheint dabei ideal aufgrund der **signifikant einfacheren Einbindung bei niedrigeren Spannungsebenen** im Vergleich zu HGÜ-Übertragungskabeln sowie dem verlustfreien Stromtransport über größere Distanzen.

In Kapitel 4.2 (S. 102f) werden verschiedene **Anbindungskonzepte für Offshore-Windparks** vorgestellt. Insbesondere für die Anbindung über ein Hoch-/Höchstspannungs-DC-System, welches im NEP bevorzugt diskutiert wird, werden extrem große und investitionsintensive Konverterstationen benötigt (Abb. 46 und 47). Durch die Verwendung von supraleitenden DC-Systemen mit geringerer Spannung und höheren Strömen können diese **Konverterstationen signifikant kleiner und kostengünstiger** errichtet werden und erhöhen damit die ökonomische Attraktivität supraleitender Übertragungssysteme.

In Kapitel 4 werden die **Offshore-Zubaunetze** in den verschiedenen Szenarien diskutiert. In den Abbildungen 51 und 52 (S. 114f) werden die geplanten zusätzlichen Energieleitungen mit bis zu 58GW Übertragungsleistung (bis 2045) im Bereich Heide und Wilhelmshafen

dargestellt. Diese Zubaunetze müssen in der Nordsee im Bereich des Nationalparks Wattenmeer realisiert werden. Konventionelle Kabel, auch HGÜ, verlangen aufgrund der Erwärmung des Untergrundes und elektromagnetischer Felder breite Trassen. Dies gilt insbesondere bei der geplanten Verlegung von mehreren parallelen Leitungen. Supraleitende Systeme weisen dagegen nur **geringe Trassenbreiten ohne Erwärmung des Untergrundes und elektromagnetische Felder** auf. Folglich beeinflussen sich supraleitende Kabelsysteme auch nicht gegenseitig und können daher eng nebeneinander verlegt werden. Supraleitende (DC-)Kabelsysteme sind deshalb die aktuell und perspektivisch die **Energieübertragungssysteme mit dem geringsten Einfluss auf die Umwelt**. Diese einzigartigen Eigenschaften prädestinieren **supraleitende Systeme für den Einsatz in sensiblen Ökosystemen** und ermöglichen damit eine höhere gesellschaftliche Akzeptanz der Ausbaumaßnahmen.

In Kapitel 6.1 (S. 163ff) werden **Innovationen im Übertragungsnetz** dargestellt. Diese Innovationen sind ausschließlich Produkte und Konzepte, die bereits heute kommerziell verfügbar sind oder einen TRL-Level von über 9 aufweisen. Diese **Einschränkung von Innovation** erscheint vor allem im Hinblick auf die lange Laufzeit der Planung bis 2045 als zu stark. Dies gilt insbesondere, da für andere Planungsgrundlagen im vorliegenden NEP keine solch strikten Einschränkungen zugrunde gelegt wurden. Die Verfügbarkeit von Wasserstoffelektrolyseuren oder Großbatterien sowie deren technischer Reifegrad ist aktuell sehr niedrig bis kaum vorhanden. Trotzdem werden bis zu 80GW Elektrolyseurkapazität und 55GW Großbatterien im Plan berücksichtigt (Tabelle 3 und 4, S. 39f). Diese Berücksichtigung spricht für die Innovationsoffenheit des NEPs. Diese sollte sich aber auch auf den Kern des NEPs, die Übertragungsnetze, erstrecken. **Supraleitende Übertragungssysteme weisen bereits heute einen hohen technischen Reifegrad und langjährige Betriebserfahrung in verschiedenen Projekten weltweit auf**. In den nächsten Jahren werden supraleitende Systeme einen Reifegrad und eine Verfügbarkeit erreichen, die den Innovationen im NEP (Kapitel 6.2) entsprechen und sollten daher auch bei der Planung innovativer Netze berücksichtigt werden. Wie bereits in der Bestätigung des NEP 2035 (Version 2021) (BNetzA) (S. 59) sollte Supraleitung daher als innovative Technologie in den aktuellen NEP aufgenommen werden.

Empfehlungen für ein innovatives Stromnetz der Zukunft

Supraleitende Übertragungssysteme sind ein essentieller Baustein für die Stromnetze der Zukunft. Die Systeme besitzen bereits einen hohen Reifegrad, der erste Netzdemonstrationsinstallationen ermöglicht, und werden in den nächsten Jahren kommerziell verfügbar sein. Um die Potentiale dieser Technologie vollständig zu heben, ist es notwendig heute die entscheidenden Schritte zu gehen und diese innovative, hocheffiziente und nachhaltige Technologie in die Netze zu integrieren und so in geeigneten Anwendungsfällen zur Schaffung von Installations- und Betriebserfahrungen beizutragen.

Bereits heute können supraleitende Systeme bei Einzelmaßnahmen sowohl im CAPEX als auch im OPEX mit konventionellen Systemen konkurrieren. Exemplarisch sei hier auf Berechnungen im Rahmen des Projektes SuperLink der Stadtwerke München verwiesen.

Minimaler Einfluss auf die Umwelt durch geringe Trassenbreiten und Emissionen erhöht die gesellschaftliche Akzeptanz und kann Genehmigungsverfahren beschleunigen. Damit leisten supraleitende Systeme einen wichtigen Beitrag zum fristgerechten Zubau der Netze und damit zur Energiewende insgesamt.

SuperNode und MaTech-Consult empfehlen daher dringend die Aufnahme der Supraleitertechnologie in die Netzentwicklungsplanung Strom 2037/2045.

SuperNode und **MaTech-Consult** stimmen dabei mit den Darstellungen des NEPs zum regulatorischen und rechtlichen Rahmen für Innovationen (Kapitel 6.5) überein. Die Refinanzierung, die beschleunigte Errichtung und die Innovationsförderung sind heute vor allem auf die Optimierung und Kosteneffizienz bestehender Anlagen mit konventioneller Technik ausgerichtet. Dies sollte jedoch nicht dazu führen, dass Innovationen insbesondere für den langen Planungszeitraum nicht oder nicht ausreichend berücksichtigt werden. **SuperNode** und **MaTech-Consult** bieten hier ausdrücklich die Zusammenarbeit/Mitarbeit bei der zukünftigen Anpassung der Rahmenbedingungen hin zu mehr Innovationen und deren wirtschaftlicher Realisierung in Übertragungsnetzen an.