



Interessenverband Supraleitung e.V. –Ulmenstraße 11 – 50374 Erfstadt

Interessenverband Supraleitung e.V.

Ulmenstraße 11

50374 Erfstadt

Telefon: +49 (0) 177 – 874 8418

E-Mail: [info@ivsupra.de](mailto:info@ivsupra.de)

**Der Interessenverband Supraleitung ist  
mit der Veröffentlichung seiner Stellungnahme einverstanden.**

## **Stellungnahme des Interessenverbands Supraleitung e.V.**

**zum**

### **Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025**

Der Interessenverband Supraleitung, ivSupra, begrüßt die Möglichkeit einer Stellungnahme zum aktuellen Netzentwicklungsplan 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025 (im Folgenden immer NEP), wobei die Abgabefrist angesichts der üblichen Urlaubszeiten rund um das Weihnachtsfest und den Jahreswechsel doch sehr knapp bemessen ist.

Wie in den letzten Jahren geht der ivSupra in seinen Kommentaren zum vorliegenden NEP nicht auf einzelne Planungsvorhaben ein, sondern fokussiert insbesondere auf die Problemstellung der Integration technischer Innovationen in die Stromnetze der Zukunft.

Der ivSupra ist sich der Komplexität der Stromnetzplanung und der vielfältigen Herausforderungen der Stromversorgung bewusst. Der Netzausbau ist die Basis für die Energiewende. Diese geht mit einer grundlegenden Umstellung der Energieerzeugung sowie einem deutlichen Anwachsen des Strombedarfs einher. Beides hat zum einen Auswirkungen auf die Übertragungsnetze, zum anderen auch auf die Verteilnetze. Gleichzeitig schreitet auch die europäische Integration der Stromnetze und der grenzüberschreitende Stromhandel voran. Die Planung der Übertragungsnetze muss all diese Faktoren berücksichtigen.

Dabei soll der Netzausbau möglichst wirtschaftlich sein und schnell voranschreiten. Angesichts stark wachsender Rohstoffpreise<sup>1</sup>, die zudem oft stark schwanken<sup>2</sup>, gilt es ressourcenschonend zu planen – und zwar bezüglich der Rohstoffe wie hinsichtlich des Flächenverbrauchs<sup>3</sup>. Es darf aber nicht übersehen werden, dass nicht nur in Deutschland, sondern in ganz Europa die Stromerzeugung umgestellt und die Stromnetze ausgebaut werden. So stellen die

---

<sup>1</sup> Der Kupferpreis ist in den letzten fünf Jahren in Euro um 65,9 % gestiegen.

(<https://www.finanzen.net/rohstoffe/kupferpreis/chart/euro>) und der Aluminiumpreis um 54,8 % vgl.

<https://www.finanzen.net/rohstoffe/aluminiumpreis>. Beides zuletzt abgerufen am 04.01.2026

<sup>2</sup> ebd.

<sup>3</sup> Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025, S. 174

Interessenverband Supraleitung e.V.

Sitz: Rote-Kreuz-Straße 8

85737 Ismaning

Postadresse:

Ulmenstraße 11

50374 Erfstadt

E-Mail: [info@ivsupra.de](mailto:info@ivsupra.de)

Vorstand

Prof. Dr. Wolfgang Reiser (Vorsitzender)

Prof. Dr. Michael Bäcker

Michael Schöttner

Bankverbindung

Volksbank Ismaning

IBAN: DE30 7009 3400 0002 6601 21

BIC: GENODEF1ISV

Amtsgericht München – Registergericht: VR 210546

Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) schon im Vorwort des NEP fest: „Die Marktverknappung bei technischen Komponenten und Dienstleistungen hat zu einer erheblichen Kostensteigerung von Netzausbauvorhaben gegenüber früheren Annahmen geführt.“<sup>4</sup>

Die grundlegenden Änderungen der Aufgaben der Stromnetze, von der Verteilung kontinuierlich, zentral produzierter Energie hin zu einem komplexen Energiemanagement mit einer Vielfalt regionaler Einspeisepunkte volatiler Energieerzeugung, eine zunehmende Vermaschung der Netze inklusive der Integration in eine europäische Stromnetzarchitektur bei rasch ansteigendem Strombedarf, machen neue technische Lösungen unabdingbar. Innovative Technik kann dazu beitragen, die Stromnetze effizienter sowie leistungsfähiger zu gestalten.

Die ÜNB haben die Grundsatzentscheidung getroffen, dass die beste Basis für eine zukünftige Stromnetzarchitektur die Kombination von Drehstrom- und Gleichstrom-Systemen ist. Dabei fokussieren sie auf Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) für den Stromtransport über große Distanzen sowie auf witterungsabhängigen Stromtransport und Hochtemperaturleiterseile, um die Netzverluste zu reduzieren und den Netzausbau zu entzerren.

In beiden Bereichen sind noch technische Entwicklungen notwendig, denn bisher wurden HGÜ-Systeme in Europa in der Regel nur als Punkt-zu-Punkt-Verbindungen eingesetzt<sup>5</sup>. Hinzu kommt, dass noch nicht getestet wurde, inwieweit die Systeme unterschiedlicher Hersteller kompatibel sind. Dies ist insbesondere wichtig bezüglich der Weiterentwicklung zu Multiterminal-HGÜ-Leitungen.<sup>6</sup> Angesichts des im NEP beschriebenen technischen Entwicklungsbedarf im HGÜ-Bereich, der auch die Hochskalierung von HGÜ von 380 kV auf 525 kV, inklusive der dafür erforderlichen Netztechnik, einschließt<sup>7</sup>, stellt sich die Frage, warum nicht auch Supraleiterkabel in die Überlegungen zum Netzausbau eingeflossen sind.

Zwar teilen die ÜNBs im NEP mit, dass sie sich auf die Beschreibung von Innovationen mit einem Technologiereifegrad (TRG) von  $\geq 6$  beschränken<sup>8</sup>, aber diesen Reifegrad haben Supraleiterkabel „for high AC voltages“<sup>9</sup> und „for DC voltage at 320 kV“<sup>10</sup> laut ENTSO-E. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften von Supraleitern ist ihre Stromtragfähigkeit deutlich höher als die konventioneller Kabel und ermöglichen die Übertragung hoher Ströme auf einer niedrigeren Spannungsebenen. In diesem Zusammenhang soll Amprion – laut ENTSO-E – den Einsatz von supraleitenden Mittelspannungskabeln im Übertragungsnetz untersucht haben.<sup>11</sup> Ergebnisse dazu wurden von Amprion offensichtlich bislang nicht veröffentlicht.

---

<sup>4</sup> Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025, S. 14

<sup>5</sup> Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025, S.105

<sup>6</sup> Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025, S.110f.

<sup>7</sup> Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025, S.114

<sup>8</sup> Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025, S.94

<sup>9</sup> <https://www.entsoe.eu/technopedia/techsheets/high-temperature-superconducting-cables/>

<sup>10</sup> ebd.

<sup>11</sup> ENTSO-E, RDI Monitoring Report 2022. Research, Development and Innovation Projects, 2023, S. 47.



Bei der Gleichstromübertragung haben Supraleiterkabel keinen elektrischen Widerstand und also keinerlei elektrischen Verluste. Hinzu kommt, dass sie nur sehr geringe Trassenbreiten benötigen und weder thermische noch elektromagnetische Emissionen haben. Nicht nur das deutsche Kabelprojekt „AmpaCity“ in Essen (AC, 10 kV), sondern auch die vorangegangenen und folgenden Supraleiterkabel – seien es AC- oder DC-Systeme – waren erfolgreich. So erfolgte im Jahr 2025 die Qualifizierung eines supraleitenden Hochspannungskabels (AC, 110kV, 500MVA) inklusive aller Komponenten im Rahmen des Projektes „SuperLink“ für die Stadtwerke München. Erste Schritte zur Standardisierung von Supraleiterkabeln sind bereits erfolgt und auch die Erarbeitung von Normen hat begonnen. Unter dem Aspekt der Beschleunigung des Netzausbaus ist davon auszugehen, dass die Akzeptanz von Supraleiterkabeln deutlich höher ist als die jeder anderen Technik, da sie keinerlei Emissionen haben und der notwendige Bauaufwand und damit der Eingriff in die Umwelt geringer ist.

Deswegen ist der ivSupra der Ansicht, dass die ÜNBs unbedingt entsprechende Pilotprojekte in ihre Planungen aufnehmen sollten, um Supraleiterkabel auch für deutsche Übertragungsnetze zu qualifizieren. Der ivSupra geht davon aus, dass dadurch, dass große Strommengen auf einer niedrigeren Spannungsebene transportiert werden können, auch die nachgelagerte Netztechnik kostengünstiger geplant werden kann. Hinzu kommt, dass je nach Design der Supraleiterkabel, diese eine Fehlerstrom begrenzende Eigenschaft haben, wodurch die Netzarchitektur vereinfacht und kostengünstiger werden kann.

Angesichts der Tatsache, dass die ÜNB zur Netzoptimierung hochkomplexe Mess- und Regelungstechnik für einen witterungsabhängigen Betrieb von Freileitungen planen, könnten supraleitende Strombegrenzer (SFCL) eine deutlich einfachere – und vor allem weniger fehleranfällige technische Alternative darstellen. Diese Schutztechnik kappt Überströme in Millisekunden und schützt so die nachgelagerte Netztechnik zuverlässig. Nach Beheben des Fehlers kehren SFCLs automatisch wieder in ihren Ursprungszustand zurück. Im laufenden Netzbetrieb ist ihr Energiebedarf äußerst gering, da nur die Kühlung aufrechterhalten werden muss. Im Gegensatz zu konventionellen Netzschutzsystemen sind supraleitende Fehlerstrombegrenzer daher eigensicher. Dementsprechend haben die ÜNB im aktuellen NEP zum ersten Mal supraleiterbasierte Fehlerstrombegrenzer erwähnt – auch wenn sie den TRG mit maximal 5 bewerten. Diese Bewertung erscheint dem ivSupra zu niedrig, da sich supraleitende Strombegrenzer bereits im normalen Netzbetrieb national auf Mittelspannungsebene wie international auf verschiedenen Spannungsebenen bewährt haben. Der ivSupra ist der Überzeugung, dass diese Schutztechnik durch Pilotprojekte kurz- bis mittelfristig für den Einsatz im Übertragungsnetz qualifiziert werden kann.

Die unterschiedlichen TRG-Bewertungen supraleitender Systeme seitens der ENTSO-E und der deutschen ÜNBs wird leider nicht erläutert.

Wie die ÜNBs selbst feststellen, *„kommen in Deutschland die zunehmenden Akzeptanzprobleme gegenüber den notwendigen Maßnahmen zur Netzverstärkung und zum Netzausbau [hinzu]. Diese führen dazu, dass der Netzausbau, insbesondere durch*



*Verzögerungen in den Genehmigungsverfahren, nicht mit den Entwicklungen im Rahmen der Energiewende und des Strommarktes Schritt halten kann und u. a. daraus die Forderung nach einer Höherbelastung der Bestandsnetze [...] resultiert.*<sup>12</sup> Der ivSupra hat schon in verschiedenen Konsultationen darauf hingewiesen, dass die Akzeptanz von Supraleiterkabeln deutlich höher als die jeder anderen Übertragungstechnik ist, da sowohl die notwendigen Kabeltrassen schmalere und die erforderlichen Tiefbauarbeiten geringer sind, wie auch keinerlei thermische und elektromagnetische Emissionen zu befürchten sind. Ebenso ermöglichen eigensichere supraleitende Fehlerstrombegrenzer eine höhere Nutzung der Netzreserven und entzerren damit den Netzausbau. Der ivSupra ist deswegen der Überzeugung, dass in den Kostenberechnungen der ÜNBs für den Einsatz von Supraleitertechnik im Vergleich zu konventioneller Technik abgesehen von den Kosten für die Systeme, Flächen, Betriebskosten etc. auch die Kosten für den erhöhten Planungsaufwand bei Umplanungen, die Kosten für das Management von Höherbelastungen bestehender Netze, Gerichtskosten und weitere durch die Verzögerungen entstehende Kosten einfließen müssten.

Abgesehen von Supraleiterkabel und supraleiterbasierten Strombegrenzern, die sich bereits im normalen Netzbetrieb bewährt haben, bietet die Supraleitertechnologie weitere technische Lösungen für die Optimierung bestehender Netze wie supraleitende Transformatoren, die zugleich eine strombegrenzende Wirkung haben sowie eigensichere supraleiterbasierte Schwungradspeicher, die in Sekunden Strom speichern und abgeben können und auf diese Weise entweder kurzfristige Schwankungen ausgleichen oder die zeitliche Lücke überbrücken, die bei reaktionsträgerer Speichertechnik zwischen einer Überproduktion und dem Speicherbeginn entsteht.

*„Ein zukunftsfähiger Regulierungsrahmen sollte die Basis für innovatives Handeln zur Erreichung einer nachhaltigen Energieversorgung sein und diesbezüglich Anreize für kosteneffiziente und technologie neutrale Innovationen sowie digitale und klimafreundliche Lösungen setzen. Der derzeitige regulatorische Rahmen bildet dies nicht adäquat ab.“*<sup>13</sup>

Wie bereits in der letzten Stellungnahme des ivSupra festgestellt, müssen regulatorische Regelungen so gestaltet sein, dass sie keine Innovationshindernisse darstellen. Wenn die ÜNBs zu einem wirtschaftlichen Betrieb der Stromnetze verpflichtet sind, ist es absurd, dass Gewinne aus Investitionen nicht so lange den ÜNBs gutgeschrieben werden, bis sich die Investition amortisiert hat. Ein wirklicher Anreiz in innovative Technologien ist erst gegeben, wenn die Gewinne einige Jahre darüber hinaus den ÜNBs zugutekommt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Stromnetze stets auf dem neuesten technischen Stand sind. Gleichzeitig stützt dies die Volkswirtschaft: durch leistungsstarke und zukunftsfähige Stromnetze und dadurch, dass technische Innovationen aus Deutschland, die meist von kleinen und

---

<sup>12</sup> Planung und Betrieb des deutschen Übertragungsnetzes. Rahmendumment. Stand März 2022, S. 5

<sup>13</sup> Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025, S. 114



mittelständischen Unternehmen entwickelt werden, auch hier zur Marktreife kommen und so unsere Wirtschaft stärken.

Damit einher könnten vereinfachte – und damit schnellere – Genehmigungsverfahren für Streckenplanungen einhergehen, die nur minimale Umwelteingriffe mit sich bringen, wie etwa bei der Verlegung von Supraleiterkabeln. Da hier auch der Bauaufwand geringer ist, könnte dies den Netzausbau beschleunigen. In welchem Maße eine solche Beschleunigung greift, könnte durch Pilotprojekte geklärt werden.

Die Supraleiterbranche in Deutschland gehört mit zur Weltspitze und umfasst die gesamte Wertschöpfungskette der Technologie – von der Materialherstellung bis zur Systementwicklung um -implementierung inklusive der notwendigen Kühltechnik sowie der Grundlagen- und evaluierenden Begleitforschung. Dies ist nicht nur ein Wettbewerbsvorteil für die deutsche Wirtschaft allgemein, sondern gerade für die Verteil- und Übertragungsnetzbetreiber, die so in der Lage sind, technische Entwicklungen mitzugestalten. Die ÜNBs haben schon bezüglich des Innovationsbedarfs der HGÜ-Technologie festgestellt, dass sich *„zusehends die Rolle der ÜNB vom Angebotsnehmer und Betreiber einer schlüsselfertig gelieferten Anlage, hin zum verantwortlichen (DC-) Systemintegrator und Betreiber [entwickelt], der das [...] -System als Multi Vendor detailliert spezifizieren, ganzheitlich integrieren und schlussendlich betreiben muss.“*<sup>14</sup> Gleiches strebt der ivSupra im Bereich der supraleiterbasierten Netztechnik an. Dies würde die (Weiter)Entwicklung supraleiterbasierter Netz- und Kabeltechnik effizienter machen und die Risiken von Fehlentwicklungen für beide Seiten senken. Gemeinsame Entwicklungen würden dazu beitragen die Marktreife innovativer Technik zu beschleunigen.

Dass nur Projekte mit Bundesförderung in den *„bestehenden [komplexen] Regelungen zur Innovationsförderung in der Anreizregulierungsverordnung (ARegV)“*<sup>15</sup> und maximal 50% der Kosten anerkannt werden, setzt keine Anreize – zumal sie *„mit langen Genehmigungsprozessen einher[gehen] und [...] mit hohem Bürokratieaufwand“*<sup>16</sup>. In diesem Zusammenhang muss auch die Übernahme von Förderprojekten geklärt werden.

Wie die ÜNBs ist der ivSupra der Ansicht, dass die Anreizregulierung zukunftssicher gestaltet sein muss, d.h. es muss stärker als bisher die grundlegenden Änderungen in der Energieversorgung, der Stromnetzarchitektur und die damit verbundenen Änderungen der Aufgaben der ÜNBs berücksichtigen. Eine weitsichtige Innovationsförderung kann nicht nur auf eine Steigerung der Kosteneffizienz bestehender Betriebsmittel abzielen, sondern muss den Anforderungen der Zukunft gerecht werden.

---

<sup>14</sup> Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025, S. 110

<sup>15</sup> Netzentwicklungsplan Strom 2037 mit Ausblick 2045, Version 2025, S. 115

<sup>16</sup> ebd.