

Antwort der Bundesregierung

auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 20/8847 –

Die Nutzung von Supraleitern für die Energiewende in Deutschland

Vorbemerkung der Fragesteller

Supraleiter transportieren große Mengen Strom auf geringen Leitungsquerschnitten nahezu ohne elektrische Verluste (vgl. www.wiwo.de/my/politik/deutschland/stromnetz-waer-doch-supra-eigentlich-/29168326.html). Sie könnten damit zu einer Schlüsseltechnologie für die Energiewende werden. Während die Forschung an Supraleitern in Deutschland durchaus nennenswert ist und bereits seit Jahren verfolgt wird, fehlt es bislang jedoch an konkreten Langzeitprojekten, um die Technologie für die Energiewende auch in der Praxis zu erproben und mittelfristig zu nutzen. Dies ist gerade vor dem Hintergrund eines bislang nicht ausreichenden Ausbaus der Stromnetze unverständlich.

Der Präsident der Bundesnetzagentur (BNetzA), Klaus Müller, stellte auf einer Tagung der BNetzA am 22. September 2022 in Bonn fest: „Nur mit einem zügigen Netzausbau können wir die Herausforderungen der Klimakrise meistern“. Im zweiten Entwurf des Netzentwicklungsplans 2037/2045 schreiben die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) aber: „Viele Konsultationsbeiträge haben auf den Einsatz von Supraleitern hingewiesen. Supraleitungen wurden bisher nicht im großtechnischen Maßstab getestet. Bisherige Erfahrungen beruhen im Wesentlichen auf Projekten mit kurzen Entfernungen [sic!] auf Spannungsebene des Verteilnetzes, die vor allem im städtischen Bereich durchgeführt wurden. Inwieweit Supraleitungen für große Projekte mit weiten Distanzen geeignet sind, ist aus Sicht der Übertragungsnetzbetreiber noch nicht abzusehen.“ (vgl. Netzentwicklungsplan Strom 2037/2045, Version 2023, zweiter Entwurf, S. 177), um den Schluss zu ziehen: „Daher wird diese Technologie aktuell nicht in der Netzplanung berücksichtigt. [...] Die ÜNB sind gemeinsam mit unterschiedlichen Partnern an einer Reihe von Forschungsvorhaben beteiligt, um innovative Technologie sowie neuartige Betriebskonzepte zu untersuchen und zu erproben.“ (ebd.) Supraleiter werden bei diesen Vorhaben nicht berücksichtigt.

Dies sieht auf europäischer Ebene anders aus: Im Horizon Europe Forschungsrahmen wird das Projekt SCARLET gefördert. „Ein Schwerpunkt wird auf Normungsaktivitäten liegen. Damit wollen wir sicherstellen, dass die im Projekt gewonnenen Testerfahrungen genutzt werden, um eine internationale Norm für supraleitende Hochleistungskabel festzulegen.“ (vgl. www.rifs-potsdam.de/de/news/supraleitende-kabel-fuer-europas-saubere-energiezukunft).

Auch in der Industrie eröffnen Supraleiter die Möglichkeit, substantiell Energie einzusparen, insbesondere in der Metallindustrie oder im Bereich der industriellen Elektroantriebe (auch bei bildgebenden Verfahren in der medizinischen Hochleistungsdiagnostik). Abgesehen von Energiespareffekten ermöglichen Supraleiter in der Automatisierung völlig neue technische Lösungen, so etwa in der Reinraumtechnik.

Deutschland ist das einzige Land Europas, das über die gesamte Wertschöpfungskette der Supraleitertechnologie verfügt. Getragen wird dies vor allem von kleinen und mittleren Unternehmen (und auch der Forschung etwa am Karlsruher Institut für Technologie [KIT] etc.). Diese stehen jedoch unter einem großen wirtschaftlichen Druck, weil sie erhebliche Mittel in die Entwicklung der Innovationen investiert haben, wodurch Deutschland weltweit mit an der Spitze der Supraleitertechnologie steht: In Deutschland wurde die weltweit erste supraleiterbasierte Industrieanlage entwickelt, gebaut und in Betrieb genommen – der Magnetheizer bei Weseralu in Minden. In Deutschland war das jahrelang weltweit längste Supraleiterkabel, Ampacity in Essen, in Betrieb. In Deutschland wurde eine Vielzahl supraleiterbasierter Fehlerstrombegrenzer entwickelt und gefertigt bis die entsprechenden Unternehmen entweder in Insolvenz gingen, abgewickelt wurden oder eine Produktion abgelehnt wurde, um den eigenen konventionellen Produkten keine Konkurrenz zu machen.

1. Wie steht die Bundesregierung zu der Technologie der Supraleiter?

Die heliumgekühlte Tieftemperatur-Supraleitung findet in Spezialanwendungen (insbesondere in der Medizin) Anwendung. Die Bundesregierung sieht weitere Anwendungspotentiale in der Hochtemperatursupraleitung. Hier kann die Kühlung mit flüssigem Stickstoff und damit einfacher und wirtschaftlicher erfolgen. Aufgrund des Fragezusammenhangs wird „Supraleitung“ im Folgenden als „Hochtemperatursupraleitung“ verstanden.

Nach Einschätzung der Bundesregierung sowie der Bundesnetzagentur kann der Einsatz von Supraleitern im Übertragungsnetz grundsätzlich zukünftig möglich sein. Für Stromnetze sind die möglichen technischen Vorteile der Supraleiter, wie hohe Stromtragfähigkeit bei niedrigem Platzbedarf, aus Sicht der Bundesregierung besonders im urbanen Raum interessant, bedürfen jedoch der weiteren Erprobung. Derzeit sind Supraleiter zudem deutlich teurer als konventionelle Kupferkabel. Insbesondere müssen bei Supraleitern in regelmäßigen Abständen Kühlstationen errichtet werden. Deren Bau, Betrieb und Wartung erzeugt zusätzliche Kosten, die bei Kupferleitern nicht anfallen. Daher können Supraleiter aus Fachsicht aktuell eher eine Option an Engstellen in Ballungsgebieten oder bei einzelnen Pilotprojekten sein.

Für industrielle Anwendungen kann der Einsatz der Supraleitung insbesondere als Energieeffizienztechnologie interessant sein, um Verluste bei Hochstromanwendungen zu verringern.

2. Beabsichtigt die Bundesregierung, in Zukunft geplante Projekte – etwa das der Stadtwerke München (vgl. SWM; www.swm.de/magazin/innovation/supraleiter) zur praktischen Nutzung von Supraleitern finanziell zu fördern?

Die Bundesregierung fördert das Projekt SuperLink im Energieforschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) derzeit mit einer Fördersumme von 5 212 791 Euro (Förderkennzeichen 03EN2036A–F <https://enargus.de/search/?q=03en2036>). Inhalt dieses Forschungsprojekts ist die Entwicklung des Kabeldesigns, des Kryosystems, der Verfahren zur Fertigung von Leitern und Kabeln und der Anschluss- und Ver-

bindungskomponenten. Gegenstand ist außerdem die Demonstration von Verlegung, Montage und Betrieb anhand einer kurzen Teststrecke in einem einsatznahen Umfeld. Die Ergebnisse werden bis Ende 2024 erwartet.

Aussagen zur Förderabsicht bzgl. eines erst zukünftig konkreten Projekts können erst getroffen werden, wenn die Projektplanungen bekannt sind.

3. Wie steht die Bundesregierung zu der Feststellung der Übertragungsnetzbetreiber: „Der derzeitige Regulierungsrahmen setzt nicht ausreichende Anreize für kosteneffiziente und technologieneutrale Innovationen im Übertragungsnetz sowie digitale und klimafreundliche Lösungen. Daher ist ein regulatorischer Rahmen für innovative Lösungen im Übertragungsnetz erforderlich, der Technologieoffenheit auf dem Weg zur Klimaneutralität fördert. Es besteht die Notwendigkeit, diese Herausforderungen zu adressieren und die Wirtschaftlichkeitslücke von neuen Technologien zu schließen.“ (vgl. Netzentwicklungsplan Strom 2037/2045, Version 2023, zweiter Entwurf, S. 177)?

Inwieweit hat die Bundesregierung aus dieser Forderung der Übertragungsnetzbetreiber Konsequenzen gezogen?

Gibt es neue Instrumente wie etwa Risikobürgschaften, um die Wirtschaftlichkeitslücken der Supraleitertechnologie zu schließen?

Unternehmen können sich bereits jetzt nach dem in Deutschland etablierten Bürgschaftssystem um staatliche Bürgschaften bemühen. Das schließt etwa Großbürgschaften des Bundes (parallele Bund- bzw. Landesbürgschaften ab 20 Mio. Euro) für Unternehmen mit Sitz in strukturschwachen Regionen mit ein. Hierfür sind die üblichen Voraussetzungen durch das Unternehmen zu erfüllen (Subsidiarität, wirtschaftliche Tragfähigkeit, volkswirtschaftliche Förderungswürdigkeit). Spezielle Risikobürgschaften oder andere Instrumente zur Schließung der Wirtschaftlichkeitslücke bei Supraleitern sind derzeit nicht geplant.

Zudem kann die Förderung im Energieforschungsprogramm durch Unterstützung der Forschung und Entwicklung die Innovationen anreizen, die zu Kostensenkungen führen können.

4. Wie erklärt die Bundesregierung, dass ENTSO-E, der europäische Zusammenschluss der Übertragungsnetzbetreiber, offensichtlich die Technologiereife der Supraleitertechnologie erheblich besser einschätzt als die deutschen Übertragungsnetzbetreiber (Technology Readiness Level [TRL] von supraleitenden DC-Kabeln bei 6–7 und bei der AC-Übertragung bei 7–8. (vgl. www.entsoe.eu/Technopedia/techsheets/high-temperature-superconductor-hts-cables)?)

Sieht die Bundesregierung einen Zusammenhang mit der SCARLET-Förderung als Vorbereitung einer Norm für Supraleiterkabel?

Einen offensichtlichen Widerspruch zur Einschätzung der deutschen Übertragungsnetzbetreiber sieht die Bundesregierung hier nicht. In der referenzierten Einschätzung des Verbands Europäischer Übertragungsnetzbetreiber ENTSO-E wird für supraleitende Gleichstromkabel (DC-Kabel) ein TRL (Technology Readiness Level) von 5 bis 6 genannt, was einem Versuchsaufbau bzw. Prototyp in Einsatzumgebung entspricht. Für supraleitende Wechselstromkabel (AC-Kabel) kommt die ENTSO-E zu der Einschätzung, dass hierfür ein TRL von 7 angesetzt werden kann, da mehrere Pilotanlagen weltweit auf Verteilnetzebene bestehen, u. a. das durch das BMWK geförderte deutsche Projekt Ampacity. Der auch genannte TRL von 8 wird mit dem ersten kommerziellen Betrieb

einer solchen Anlage in Südkorea begründet, die ebenfalls nur auf Verteilnetz-Spannungsebene betrieben wird. Eine direkte Übertragbarkeit des so begründeten TRL auf das Übertragungsnetz ist nicht nachgewiesen.

Der uneingeschränkte Nachweis der technischen Sicherheit im Sinne des § 49 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) bzw. die Marktreife ist erst bei einem TRL von 9 gegeben. Ein Zusammenhang mit der europäischen SCARLET-Initiative wird von der Bundesregierung nicht gesehen.

5. Da den deutschen Übertragungsnetzbetreibern die Praxistests fehlen, um die Netztauglichkeit der Supraleitertechnologie abschließend zu beweisen, wann beabsichtigt die Bundesregierung, das im Koalitionsvertrag zwischen SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und FDP angekündigte „Reallaborgesetz“ zu verabschieden?

Wird es damit verbundene Auflagen für die Netzbetreiber geben, neue Netztechnik zu erproben, und wenn ja, welche Kriterien werden dem zugrunde gelegt:

Minimierung des Flächenverbrauchs,

Reduktion der Netzverluste,

Verringerung des Rohstoffverbrauchs und bessere Diversifizierung?

Die Fragen 5 und 6 werden aufgrund des Sachzusammenhanges gemeinsam beantwortet.

Es ist Ziel der Bundesregierung, in dieser Legislaturperiode ein Reallabore-Gesetz vorzulegen. Zu den möglichen Regelungsinhalten hat das BMWK am 10. Juli 2023 das Grünbuch Reallabore vorgelegt und bis zum 29. September 2023 eine Online-Konsultation durchgeführt. Die Ergebnisse der Konsultation werden derzeit innerhalb der Bundesregierung ausgewertet.

6. Ermöglicht die Bundesregierung den Übertragungsnetzbetreibern in den Reallaboren, parallel zu bestehenden Stromtrassen innovative Leitungen zu verlegen, um das Risiko von Stromausfällen auszuschließen?

Auf die Antwort zu Frage 5 wird verwiesen.

Der Bundesnetzagentur liegen im Übrigen keine entsprechenden Projekte bzw. Anträge der Übertragungsnetzbetreiber vor.

7. Wie erklärt sich die Bundesregierung, dass in die Wirtschaftlichkeitsberechnung des Netzausbaus Verzögerungen inklusive Gerichtskosten und Folgekosten wie nicht gebaute Windparks o. Ä., Flächenverbrauch, ökologische Auswirkungen wie die Austrocknung von Böden u. Ä. nicht eingepreist werden, und welche Maßnahmen wurden oder werden ergriffen, um dies zu korrigieren?

Die Bewertung von einzelnen Netzausbaumaßnahmen erfolgt durch die Bundesnetzagentur im Netzentwicklungsplan. Innerdeutsche Netzausbaumaßnahmen werden im Netzentwicklungsplan bestätigt, sofern sie, unter den getroffenen Annahmen zu Stromerzeugung und -verbrauch und trotz der Ausschöpfung aller Netzoptimierungsmaßnahmen, für einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb erforderlich sind. Gleichzeitig werden zur Vorbereitung einer Novellierung des Bundesbedarfsplangesetzes frühzeitig Umweltaspekte im Umweltbericht bewertet.

Eine Kosten-Nutzen-Analyse wäre demgegenüber kein geeignetes Bewertungskriterium, da das Ergebnis sehr volatil gegenüber den getroffenen Annahmen und damit nicht aussagekräftig wäre.

Dem Netzentwicklungsplan können die erforderlichen Investitionskosten auf Basis von Standardkostensätzen der Übertragungsnetzbetreiber entnommen werden. Das Bepreisen von etwaigen Verzögerungs- und Folgekosten, ist auf dieser Planungsebene jedoch noch nicht sinnvoll möglich.

8. Angesichts des wachsenden Stromverbrauchs, z. B. durch Elektromobilität und Wärmepumpen, welche Maßnahmen ergreift die Bundesregierung, um den hierfür notwendigen, flächendeckenden Ausbau der Verteilnetze voranzutreiben, und werden für Ballungsgebiete separate Maßnahmen ergriffen?

Um mit dem hohen Tempo des Erneuerbare-Energien-Ausbaus und dem Hochlauf der Sektorenkopplung Schritt zu halten, muss der Ausbau der Verteilnetze vorausschauend und integriert erfolgen. Mit Verabschiedung des „Osterpakets“ im Juli 2022 hat der Gesetzgeber den Rechtsrahmen für die Netzausbauplanung (§ 14d EnWG) in diesem Sinne weiterentwickelt. Die nach dieser Vorschrift verpflichteten Verteilnetzbetreiber haben der Bundesnetzagentur alle zwei Jahre einen Netzausbauplan vorzulegen, erstmals zum 30. April 2024. Sogenannte Regionalszenarien bilden das Fundament der vorausschauenden Netzausbauplanung, indem sie die zu erwartende Entwicklung der Versorgungsaufgabe darstellen. Sektorübergreifende Entwicklungen wie der Hochlauf der E-Mobilität und der Rollout von Wärmepumpen sind in den Regionalszenarien ausdrücklich einzubeziehen.

Auf dieser Grundlage werden anschließend die individuellen Netzausbaupläne erstellt. Dazu sind in Abhängigkeit der angenommenen Bedarfsentwicklung und unter Berücksichtigung der spezifischen Netztopologie geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Spezifische Technologievorgaben (z. B. für Ballungsgebiete) sieht der bundesweit gültige Rechtsrahmen nicht vor.

Soweit mit dem Ausbau der Netze auch neue technische Herausforderungen verknüpft sind, können die vorlaufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Energieforschungsprogramm des BMWK gefördert werden.

9. Die Bundesregierung sieht im Wasserstoff einen „Energieträger der Zukunft“. Inwieweit wird in der Nationalen Wasserstoffstrategie die Kombination von Supraleiterkabeln mit Wasserstoff-Pipelines in die Planungen integriert, die zu deutlichen Synergieeffekten führen würden, weil eine separate Kühlung von Supraleiterkabeln entfiel?

In der Nationalen Wasserstoffstrategie sind Supraleiter mangels Wasserstoffbezug nicht genannt. Die Nationale Wasserstoffstrategie sieht vor, dass im Rahmen der Systementwicklungsstrategie Energieinfrastrukturplanungen sektorübergreifend integriert betrachtet werden. Die Systementwicklungsstrategie setzt einen Rahmen, der Folgeprozessen, wie zum Beispiel den Netzentwicklungsplänen für Strom und Gas bzw. Wasserstoff, Orientierung gibt. So gewährleistet sie die Kohärenz der verschiedenen Planungsprozesse im Sinne eines preisgünstigen, verbraucherfreundlichen, effizienten, umweltverträglichen und klimaneutralen Gesamtsystems.

10. Welche Maßnahmen plant die Bundesregierung, um den deutschen Technologievorsprung im Bereich der Supraleitertechnologie zu erhalten, und wie wird verhindert, dass Entwicklungsergebnisse, die teilweise mit deutschen Steuergeldern gefördert wurden, verloren gehen bzw. – wie im Falle von mp3 – die volkswirtschaftlichen Effekte in Asien realisiert werden?

Das BMWK hat im Energieforschungsprogramm die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dieser Technologie mit dem Forschungsfeld Hochtemperatursupraleitung gebündelt. Die Forschungsförderung umfasst dabei die gesamte Wertschöpfungskette (Leiter, Kabel, Kühlung und Anwendung) und erstreckt sich zur Unterstützung des Ergebnistransfers auch auf Demonstrationsprojekte, in denen der zuverlässige Betrieb über einen längeren Zeitraum nachgewiesen wird. Diese Maßnahmen tragen zum Aufbau der Branche in Deutschland bei.

