

Antwort

der Bundesregierung

**auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Andreas Bleck, Dr. Michael Blos,
Dr. Ingo Hahn, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der AfD
– Drucksache 21/2131 –**

Sicherung der Stromversorgung in Deutschland

Vorbemerkung der Fragesteller

Getragen von klimapolitischen Zielen wird die Energie- und Stromversorgung in Deutschland auf „erneuerbare Energien“ umgestellt.

Eine vergleichbare Umstellung hat dieses Jahr bereits in Spanien zu einem flächendeckenden Zusammenbruch des Stromnetzes geführt (www.youtube.com/watch?v=KqoCnGu685c; www.entsoe.eu/news/2025/07/16/28-april-blackout-in-spain-and-portugal-expert-panel-releases-new-information/).

Ein ähnliches Szenario wäre in Deutschland am 19. August 2024 (www.youtube.com/watch?v=mQvwXa46RPU; www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/NEP/Strom/Systemstabilitaet/Bewertung2025.pdf?__blob=publicationFile&v=4) fast Realität geworden.

Die Bundesregierung hat mit der „Roadmap Systemstabilität“ (www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/20231204-roadmap-systemstabilitaet.pdf?__blob=publicationFile&v=12), nachfolgend mit Roadmap bezeichnet, bereits einen Fahrplan zur Erreichung eines sicheren und robusten Betriebs des zukünftigen Stromversorgungssystems mit 100 Prozent erneuerbaren Energien, erstellt. Diese „Roadmap“ wirft für die Fragesteller jedoch mehr Fragen auf, als dass sie Antworten gibt. Die nachfolgenden Fragen beziehen sich jeweils auf die Roadmap mit der Angabe der jeweiligen Seitenzahl.

Vorbemerkung der Bundesregierung

Die Versorgungssicherheit mit Elektrizität in Deutschland wird fortlaufend analysiert und bewertet. Versorgungssicherheit kann dabei in mehreren Dimensionen betrachtet werden. Die marktseitige Versorgungssicherheit beschreibt, ob zu jeder Zeit die Stromnachfrage durch ausreichend steuerbare Kapazität gedeckt werden kann. Die netzseitige Versorgungssicherheit analysiert, ob das Strommarktergebnis durch ausreichend Transportkapazitäten im Stromnetz abgebildet werden kann. Die Systemstabilität beinhaltet, inwiefern die technischen und betrieblichen Grenzwerte im Normalbetrieb eingehalten werden und

ob die Fähigkeit, nach einer Störung zuverlässig in den Normalzustand zurückzukehren, gegeben ist.

Zur besseren Strukturierung und damit weiteren Stärkung der Systemstabilität hat die Bundesregierung die Roadmap Systemstabilität zusammen mit den betroffenen Branchen erarbeitet. Die Roadmap Systemstabilität ist abrufbar unter www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/20231204-roadmap-systemstabilitaet.pdf?__blob=publicationFile&v=14. Zentrales Ergebnis der Roadmap Systemstabilität ist ein Fahrplan, wie sich jederzeit ein sicherer und robuster Systembetrieb erreichen lässt. Die Umsetzungsphase der dazu festgelegten insgesamt 51 separaten Arbeitsprozesse ist 2024 angelaufen. Die Umsetzung wird durch ein Monitoring des BMWi begleitet.

Im Juni 2025 wurde der erste Systemstabilitätsbericht der Übertragungsnetzbetreiber der Bundesnetzagentur vorgelegt und zusammen mit Handlungsempfehlungen der Bundesnetzagentur unter www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/NEP/Strom/Systemstabilitaet/start.html veröffentlicht. Die Bundesnetzagentur kommt darin zu der Einschätzung, dass die Umsetzung der im Systemstabilitätsbericht identifizierten Handlungsempfehlungen geeignet sind, heute bekannten Risiken vorzubeugen.

1. Wann hat der Deutsche Bundestag der Änderung des Stromnetzes auf „Dargebotsabhängigkeit“ zugestimmt?
2. Wieso wird in der Roadmap (S. 5, 29, 56, 86) grundsätzlich von einem dargebotsabhängigen Netz ausgegangen?
 - a) Warum wird nicht von einem Netz mit Energiespeichern ausgegangen, die eine Dargebotsabhängigkeit überwinden?
 - b) Wird nicht an der Wasserstoff(H₂)-Technologie gearbeitet, um diese Dargebotsabhängigkeit zu überwinden?
 - c) Wann und wo wurden die Bürger darüber informiert, dass die Energiewende eine dargebotsabhängige Stromversorgung erfordert?

Die Fragen 1 bis 2c werden gemeinsam beantwortet.

In der Roadmap Systemstabilität wird nicht von einem „dargebotsabhängigen“ Netz ausgegangen. Das Stromnetz kann auch nicht auf „Dargebotsabhängigkeit“ geändert werden, sondern wird kontinuierlich fortentwickelt. Grundlage bieten die von den Netzbetreibern erarbeiteten Szenarien bezüglich der Entwicklung des Stromverbrauches, der Stromerzeugung sowie des europäischen Stromhandels (Szenariorahmen). Diese Szenarien werden im Netzentwicklungsplan für die Übertragungsnetzebene sowie in den Netzausbauplänen für die Verteilnetze durch die Netzbetreiber berücksichtigt. Der zugrunde gelegte Szenariorahmen wird von der Bundesnetzagentur genehmigt, der Netzentwicklungsplan für die Übertragungsnetze wird von der Bundesnetzagentur bestätigt.

Die Energiewende erfordert keine dargebotsabhängige Stromversorgung. In der Roadmap Systemstabilität wird von dargebotsabhängigen erneuerbaren Energien, Netznutzern und Erzeugern gesprochen. Die Bundesregierung geht davon aus, dass Energiespeicher und Wasserstoff Technologien, wie bspw. Elektrolyse-Anlagen, Brennstoffzellen, wasserstofffähige Gasturbinen zukünftig ein wichtiger Teil des Energieversorgungssystems sein werden.

3. Woraus schloss das damalige Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK; Roadmap, S. 5), dass die Bürger mehrheitlich ein dargebotsabhängiges Stromnetz haben wollen?

Auf die Antwort zu den Fragen 1 bis 2c wird verwiesen.

4. Wurden die wirtschaftlichen sowie die sozialen und gesellschaftlichen Folgen des tiefgreifenden Systemwandels (S. 5) durch die Veränderung des Stromsystems hin zu einer dargebotsabhängigen Versorgung wissenschaftlich untersucht?
 - a) Wenn ja, in welchen Untersuchungen wurden die wirtschaftlichen Folgen untersucht?
 - b) Wenn ja, in welchen Untersuchungen wurden die sozialen und gesellschaftlichen Folgen untersucht?
 - c) Wenn ja, welche Erkenntnisse liegen dazu vor?

Die Fragen 4 bis 4c werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Es sind öffentlich zahlreiche Studien zur Energiewende und dem Systemwandel, auch zu wirtschaftlichen und sozialen/gesellschaftlichen Aspekten verfügbar. In der Regel adressieren diese Studien mehrere Aspekte und nicht nur einen. Der Monitoringbericht „Energiewende. Effizient. Machen.“ (ewi/BET) im Auftrag des BMWi gibt einen umfassenden Überblick über die aktuelle Studienlage und die Kernerkenntnisse der zugrundeliegenden Studien www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/NEP/Strom/Systemstabilitaet/staet.html.

5. Wurde das nationale Rumpfnetz auf Übertragungsnetzebene (S. 29) durch die nationalen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) bereits aufgebaut?
 - a) Wenn ja, in welcher Zeitspanne soll der Aufbau des nationalen Rumpfnetzes auf Übertragungsnetzebene stattgefunden haben?
 - b) Wenn nein, wie im Einzelnen (Maßnahmen, Methoden) soll das nationale Rumpfnetz auf Übertragungsnetzebene durch die Übertragungsnetzbetreiber aufgebaut werden?
 - c) Wenn nein, wann soll der Aufbau des nationalen Rumpfnetzes auf Übertragungsnetzebene so früh wie möglich im Prozess erfolgen?
 - d) Wie ist in diesem Zusammenhang „so früh wie möglich im Prozess“ (S. 29) zu verstehen?

Die Fragen 5a bis 5d werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

„Aufbauen“ im Sinne der zitierten Passage der Roadmap Systemstabilität bezieht sich auf das kontrollierte Wieder-unter-Spannung-Setzen von Netzschnitten nach einem Schwarzfall. Es handelt sich nicht um einen Aufbau im physischen Sinne, vielmehr wird die bereits existierende Netzinfrastruktur hierfür genutzt. Ein nationales Rumpfnetz auf Übertragungsnetzebene würde nach einem möglichen Schwarzfall durch die nationalen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) so früh wie möglich im Wiederaufbauprozess aufgebaut werden, um den überregionalen Transport von Energie möglichst schnell freizuschalten und das deutsche Übertragungsnetz möglichst frühzeitig wieder in das europäische Verbundsystem einzugliedern. Dabei wird ein Teil des bestehenden Netzes ge-

nutzt und entsprechend abgestimmter Pläne unter Spannung gesetzt. Die Pläne werden von den Netzbetreibern permanent überprüft und weiterentwickelt.

6. Wurde der überregionale Transport von elektrischer Energie bereits wieder freigeschaltet (S. 29) und das deutsche Übertragungsnetz wieder in das europäische Verbundsystem eingegliedert?
 - a) Wenn ja, wann soll die (Wieder-)Freischaltung bzw. (Wieder-)Eingliederung erfolgt sein?
 - b) Wenn nein, mit welchen Mitteln (Maßnahmen, Methoden), soll der überregionale Transport von Energie wieder freigeschaltet und das deutsche Übertragungsnetz wieder in das europäische Verbundsystem eingegliedert werden?
 - c) Wenn nein, wann soll die schnelle (Wieder-)Freischaltung und die möglichst frühzeitige (Wieder-)Eingliederung erfolgen?

Die Fragen 6a bis 6c werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Bei den Ausführungen in der Roadmap Systemstabilität, auf die sich die Frage bezieht, geht es, entsprechend der Überschrift, um den Prozess des Netz- und Versorgungswiederaufbaus. Dies ist nur erforderlich nach einem großflächigen Schwarzfall, wenn auch das Übertragungsnetz ausgefallen ist. Das ist in Deutschland noch nie vorgekommen. Aus Vorsorgegründen gibt es trotzdem Pläne und Prozesse, sollte ein solcher Fall einmal eintreten. Das deutsche Übertragungsnetz ist nach wie vor Teil des europäischen Verbundsystems. Siehe auch Antwort zu Frage 5.

7. Wie im Einzelnen (Maßnahmen, Methoden) soll im zunächst subnationalen bzw. nationalen Versorgungswiederaufbau stehenden Netz in dargebotsschwachen Zeiten (S. 29) die gesicherte (elektrische) Leistung und Energie im benötigten Umfang für die Kunden hinreichend schnell zur Verfügung gestellt werden?

Die Übertragungsnetzbetreiber beschaffen sich im Rahmen der marktgestützten Beschaffung von Schwarzstartfähigkeit entsprechende Kapazitäten. Dabei legen sie die Eigenschaften der hierfür notwendigen Anlagen dezidiert fest, um jederzeit entsprechend der Pläne das Stromnetz unter Spannung setzen zu können. Nähere Informationen hierzu finden sich auf der Internetseite der vier deutschen ÜNB unter folgendem Link: www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/NEP/Strom/Systemstabilitaet/start.html.

Grundsätzlich muss gemäß der Verordnung (EU) 2017/2196 zur Festlegung eines Netzkodex über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes jeder regelzonenverantwortliche ÜNB einen Netzwiederaufbauplan bereithalten.

8. Wurden die kritischen Netzzustände (S. 56) identifiziert, die aufgrund einer steigenden Anzahl dezentraler, dargebotsabhängiger Netznutzer sowie flexibler Lasten das Systemverhalten verändert und die Komplexität der Systemführung gesteigert haben?
 - a) Welche kritischen Netzzustände (S. 56) wurden für dieses veränderte Systemverhalten identifiziert?
 - b) Welche geeigneten Bewertungskriterien (S. 56) und Indikatoren wurden daraus abgeleitet?

Die Fragen 8a bis 8b werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Die ÜNB koordinieren diesen Prozess der Roadmap Systemstabilität. Sie führen zu den Fragestellungen u. a. auch Arbeiten im Rahmen des Systemstabilitätsberichts nach § 12i des Energiewirtschaftsgesetzes durch. Der erste Bericht der Übertragungsnetzbetreiber wurde 2025 vorgelegt und von der Bundesnetzagentur bewertet und unter folgendem Link veröffentlicht: www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/NEP/Strom/Systemstabilitaet/start.html.

9. Welche frühzeitigen Erfahrungen für den sicheren und robusten Systembetrieb mit 100 Prozent erneuerbaren Energien (S. 86) sind gemeint?

Damit sind insbesondere Erfahrungen aus Forschung, Feldtests und Pilotierung gemeint.

10. Gehören der Beinahe-Blackout wie am 19. August 2024 in Deutschland sowie der Blackout in Spanien in diesem Jahr zu den frühzeitigen Erfahrungen, um Anpassungen vorzunehmen und fundierte Entscheidungen zu treffen?

Es gab in Deutschland am 19. August 2024 keinen „Beinaheblackout“.

Wie nach Großstörungen im europäischen Verbundnetz üblich, untersucht der Verband der europäischen Übertragungsnetzbetreiber Strom (ENTSO-E) den Vorfall vom 28. April 2025 auf der Iberischen Halbinsel. Hierzu hat der Verband Anfang Oktober 2025 seinen Faktenbericht veröffentlicht. Dieser Bericht stellt den Ablauf der Ereignisse dar und zeigt weiteren Untersuchungs- und Klärungsbedarf auf. Der noch folgende Abschlussbericht wird die Ergebnisse zu den Ursachen sowie konkrete Handlungsempfehlungen enthalten, um zukünftig ähnliche Ereignisse zu vermeiden. Die Handlungsempfehlungen sollen dabei nicht nur für die Iberische Halbinsel gelten, sondern auch für das gesamte europäische Stromnetz. Der Abschlussbericht wird voraussichtlich im ersten Quartal 2026 veröffentlicht werden.

11. Welche Strategien (S. 86) wurden erarbeitet, um den Netz- und Versorgungswiederaufbau in einem System mit einer großen Anzahl (quasi ausschließlich) dezentraler, dargebotsabhängiger Stromerzeuger zu realisieren?

Die im Rahmen der Roadmap Systemstabilität durchgeführten Prozesse zum Netz- und Versorgungswiederaufbau sind in Kapitel 5.2.7 sowie 6.3.4 der Roadmap Systemstabilität enthalten und beschrieben.

12. Worauf basiert die Annahme, dass das alleinige Vorhandensein von netzbildenden Stromrichtern (siehe Einleitung, S. 6: „Diese vor allem stromrichterbasierten Anlagen ersetzen die stabilisierenden Eigenschaften der weggefallenen konventionellen Kraftwerke, die in Zukunft nicht mehr zur Verfügung stehen.“ sowie S. 119 weitere Erwähnungen von Stromrichtern) ausreichend ist, um die Systemstabilität zu gewährleisten?

Netzbildende Stromrichter sind eine der Schlüsseltechnologien für das zukünftige Stromsystem. Sie können ein Wechselstromnetz bilden und stabil halten, analog zu drehenden Synchrongeneratoren. Netzbildende Stromrichter sind netzbildend indem sie bspw. aktiv Spannung und Frequenz vorgeben können. Sie können auch für einen sicheren Netzbetrieb essenzielle Systemdienstleistungen wie Momentanreserve und Schwarzstartfähigkeit bereitstellen.

13. Welche Erfahrungen (S. 9) zur Etablierung von netzbildenden Stromrichtern wurden seit dem Erscheinen des Berichts gesammelt?
- a) Welche Pilotversuche wurden zur Etablierung von netzbildenden Stromrichtern durchgeführt?

Die Fragen 13 und 13a werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Aktuell werden bspw. folgende von BMW geförderten Pilotversuche bzw. Projekte zu netzbildenden Stromrichtern in Deutschland durchgeführt. Weitere Projekte werden von Akteuren der Energiewirtschaft, so auch der Übertragungsnetzbetreiber durchgeführt, außerdem gibt es auch noch Pilotvorhaben in anderen Ländern, sodass der Bundesregierung nicht alle Aktivitäten bekannt sind.

- „SUREVIVE - Stabilitäts-Versuche zur Momentanreserve-Erbringung aus Verteilnetz-Anlagen“, Förderkennzeichen: 03EI6123A-D
 - „StABIL“, Förderkennzeichen: 03EI4065A-C
 - „VN_2030plus“, Förderkennzeichen: 03EI4067A-C
 - „OptiTransient“, Förderkennzeichen: 03EI6100A-D
 - „Fuchstal leuchtet“, Förderkennzeichen: 03EI4070A-D
 - „SysStab2030“, Förderkennzeichen: 03EI6122A-M
 - „BesGASa“, Förderkennzeichen: 03EE2071A-C
 - „GFI-Pilot“, Förderkennzeichen: 03EI4091A-E
- b) Welche technischen Anforderungen an netzbildende Stromrichter wurden definiert?
- c) Welche technischen Anschlussregeln (differenziert nach Spannungsebenen bzw. Leistungsklassen) für netzbildende Stromrichter wurden erstellt?

Die Fragen 13b und 13c werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

In Deutschland ist der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE) nach dem Energiewirtschaftsgesetz die beauftragte Stelle, um die allgemeinen technischen Mindestanforderungen an Anlagen zu verabschieden. Im VDE wurde bspw. der VDE FNN Hinweis „Technische Anforderungen an Netzbildende Eigenschaften inklusive der Bereitstellung von Momentanreserve“ erarbeitet, in dem technische Anforderungen für netzbildende An-

lagen definiert sind. Des Weiteren haben die Übertragungsnetzbetreiber bereits netzbildende Eigenschaften für Netzbetriebsmittel definiert. Für Batteriespeicher, die an das Höchstspannungsnetz angeschlossen werden wollen, haben die Übertragungsnetzbetreiber bereits ebenfalls verpflichtend netzbildende Eigenschaften festgelegt.

Die Novellierung des EU-Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger (Verordnung (EU) 2016/631) wird darüber hinaus voraussichtlich umfangreiche weitere technische Vorgaben zu netzbildenden Anlagen enthalten, die dann teilweise noch national umgesetzt werden müssen. Dies soll wieder über den VDE als dafür nach Energiewirtschaftsgesetz beauftragten Stelle erfolgen.

- d) Welche Potenziale wurden für die netzbildenden Stromrichter erkannt, damit diese zur Erbringung von Momentanreserve einen zweckdienlichen und signifikanten Beitrag zur Systemstabilität leisten können?
- e) Bis wann sollen hierzu belastbare Ergebnisse vorliegen?

Die Fragen 13d und 13e werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Wie in der Antwort zu Frage 12 ausgeführt können netzbildende Stromrichter aufgrund ihrer Eigenschaften Momentanreserve erbringen. Es gibt auch bereits netzbildende Netzbetriebsmittel sowie Batteriespeicher mit netzbildenden Stromrichtern in Deutschland aber auch im Ausland (etwa in Großbritannien). Die Übertragungsnetzbetreiber arbeiten außerdem aktuell an der Umsetzung der marktgestützten Beschaffung von Momentanreserve. Anfang 2026 werden hier die ersten Beschaffungsverfahren starten.

- 14. Welche technischen Umsetzungen einer Momentanreserve mit dem Konzept von netzbildenden Stromrichtern (S. 9, Abschnitt Dritter Pfad: „Des Weiteren sind technische Anschlussregeln (differenziert nach Spannungsebenen bzw. Leistungsklassen) für netzbildende Stromrichter zu erstellen. Über diesen Weg wird sichergestellt, dass das Potenzial der netzbildenden Stromrichter (z. B. zur Erbringung von Momentanreserve) sicher und zweckdienlich für einen signifikanten Beitrag zur Systemstabilität genutzt werden kann.“ sowie S. 36 weitere Erwähnungen der Momentanreserve) sind möglich?

Auf die Antworten zu den Fragen 12 bis 13a wird verwiesen. Neben Batteriespeichern mit netzbildenden Stromrichtern und netzbildenden Netzbetriebsmitteln (beispielsweise netzbildende STATCOMs) können netzbildende Stromrichter grundsätzlich auch mit anderen Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen genutzt werden, um bspw. negative oder positive Momentanreserve bereitzustellen.

- 15. Gibt es Überlegungen, die Momentanreserve durch batteriebetriebene Wechselrichter darzustellen?
 - a) In welchem Ausmaß (Leistung und Kapazität) werden hierfür Batteriespeicher bundesweit benötigt?
 - b) Mit welchen Gesamtkosten in Deutschland ist für dieses Ausmaß (Leistung und Kapazität) an batteriebetriebenen Wechselrichtern zu rechnen?
 - c) Mit welchen Kosten pro Einheit netzbildender Stromrichter ist zu rechnen?
 - d) Mit welchen Kosten pro übertragene Megawattstunde (MWh) ist zu rechnen?

- e) Welche zusätzlichen Kosten pro Kilowattstunde (kWh) sind für den Verbraucher durch diese Stabilisierungsmaßnahmen – die bisher von den rotierenden Massen der Kraftwerksturbinen quasi kostenlos zur Verfügung gestellt wurden – zu erwarten?
- f) In welchem Zeitrahmen sollen diese Maßnahmen umgesetzt werden?
- g) Welche Korrelationen sind zukünftig zwischen dem weiteren Ausbau der „Erneuerbaren“ und der Etablierung von netzbildenden Stromrichtern vorgesehen?

Die Fragen 15a bis 15g werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Momentanreserve kann nicht nur von Batteriespeichern mit netzbildenden Stromspeichern erbracht werden, sondern auch von anderen Netznutzern mit netzbildenden Eigenschaften oder auch netzbildenden Netzbetriebsmitteln. Es gibt deshalb auch keine Pläne, wieviel Momentanreserve von einer bestimmten Technologie erbracht werden muss. Im Rahmen der marktgestützten Beschaffung wird dies beispielsweise ein Marktergebnis sein, welche Technologien die Anforderungen am effizientesten erbringen können. Sobald netzbildende Eigenschaften in den technischen Anschlussregeln gefordert werden, werden beim weiteren Ausbau dieser Anlagen automatisch netzbildende Stromrichter mitgebaut.

Auf die Antworten zu den Fragen 12, 13, 13a und 14 wird verwiesen.

- 16. Welche Bewertungsverfahren (S. 7) zur Ausweisung der Systembedarfe für den erforderlichen Kurzschlussstrombeitrag aus stromrichterbasierten Anlagen wurden entwickelt bzw. weiterentwickelt?

Hierzu wurden Arbeiten von den Übertragungsnetzbetreibern im Rahmen des Systemstabilitätsberichts 2025 durchgeführt, die insbesondere in Kapitel 3.4 des Systemstabilitätsberichts 2025 beschrieben sind. Danach zeigen in den Untersuchungen Anlagen mit netzbildenden Eigenschaften (Synchrongeneratoren der Kraftwerke bzw. rotierende Phasenschieber und netzbildende Stromrichter) wie erwartet einen positiven Beitrag für die Netzstärke.

- 17. Wie soll der Netz- und Versorgungswiederaufbau in einem System mit einer großen Anzahl dezentraler, dargebotsabhängiger Erzeuger (S. 86) und die Integration von netzbildenden Stromrichtern in ein dezentral dominiertes System erfolgen, insbesondere auch hinsichtlich der Resonanzstabilität?

Die Prozesse im Rahmen der Roadmap Systemstabilität zum Netz- und Versorgungswiederaufbau sind in Kapitel 5.2.7 sowie 6.3.4 der Roadmap Systemstabilität beschrieben, die Prozesse zur Resonanzstabilität in Kapitel 5.2.3 und zu netzbildenden Stromrichtern in Kapitel 6.1.6.

- 18. Wie werden die Gefahren durch Oberschwingungen im Stromnetz infolge der treppenförmigen Erzeugung der Sinusschwingungen durch Gleichrichter eingeschätzt?
- 19. Welche Maßnahmen kommen in einem Gleichrichter-basierten Stromnetz zur Begrenzung der Oberschwingen (S. 27) in Betracht?
 - a) Welche Bewertungsgrößen wurden dafür ermittelt?
 - b) Wie wird die Senke für Oberschwingungen realisiert?

- c) Wie viele Senken und in welcher Größe sind für Oberschwingungen geplant?
- d) Bis wann sollen diese Senken für Oberschwingungen realisiert sein?
- e) Mit welchen Kosten ist für diese Senken für Oberschwingungen zu rechnen?
- f) Wie werden sich diese Senken für Oberschwingungen auf den Strompreis auswirken?

Die Fragen 18 bis 19f werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Im Rahmen des Systemstabilitätsberichts 2025 wurden Arbeiten von den Übertragungsnetzbetreibern zu Schwingungen durchgeführt, die insbesondere in Kapitel 3.5 des Systemstabilitätsberichts 2025 beschrieben sind.

Die Prozesse im Rahmen der Roadmap Systemstabilität zur Resonanzstabilität sind in Kapitel 5.2.3 der Roadmap Systemstabilität beschrieben.

- 20. Wie soll die Stärkung der Netzanschlusspunkte (S. 27) umgesetzt werden?
 - a) Ab welcher Bewertungsgröße soll eine Verstärkung des Netzanschlusspunktes erfolgen?
 - b) Welche Netzanschlusspunkte sollen verstärkt werden?
 - c) Bis wann soll die Verstärkung der Netzanschlusspunkte umgesetzt werden?
 - d) Mit welchen Kosten ist für die Verstärkung der Netzanschlusspunkte zu rechnen?
 - e) Wie wird sich die Verstärkung der Netzanschlusspunkte auf den Strompreis der Endkunden pro kWh auswirken?
- 21. Inwiefern soll die Schutzauslösung (S. 27) bei Kraftwerken und Umspannstationen verändert werden, um die Oberschwingungen besser handhaben zu können?
 - a) Welche Bewertungsgrößen für die Veränderungen der Schutzauslösungen wurden ermittelt?
 - b) Kann eine Veränderung der Schutzauslösung zu größeren Schäden am Stromnetz, einschließlich Kraftwerken und Verbrauchern, führen?
 - c) Bis wann ist eine Veränderung der Schutzauslösung geplant?
 - d) Welche zusätzlichen Kosten bedeutet die Veränderung der Schutzauslösung für Erzeuger und Verbraucher?

Die Fragen 20 und 21 werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

In dem in den Fragen angesprochenen Abschnitt der Roadmap Systemstabilität geht es nicht um eine Verstärkung der Netzanschlusspunkte oder eine Veränderung der Schutzauslösung bei Kraftwerken und Umspannstationen, sondern darum, dass für die Frage der Kurzschlussleistung eine Vielzahl an Teilaspekten, unter anderem auch die Stärke des Netzanschlusspunktes (im Sinne der Netzstärke) und Schutzauslösungen betrachtet werden müssen.

Die Prozesse im Rahmen der Roadmap Systemstabilität zu Kurzschlussleistung/Kurzschlussstrom sind in Kapitel 5.2.4 der Roadmap Systemstabilität beschrieben.

Die Untersuchungen der Übertragungsnetzbetreiber zur Netzstärke im Rahmen des Systemstabilitätsberichts 2025 sind insbesondere in Kapitel 3.4 des Systemstabilitätsberichts 2025 beschrieben.

22. Wie soll die Ausbreitung von Störungen begrenzt werden?
- a) Wurden Bewertungsgrößen für Spannungstrichter ermittelt?
 - b) Welche Spannungstrichter wurden dahin gehend identifiziert?
 - c) Wie soll eine Resilienz gegen Spannungstrichter erzeugt werden?
 - d) Bis wann sollen die Spannungstrichter im deutschen Stromnetz beseitigt sein?
 - e) Mit welchen Kosten ist für die Beseitigung der Spannungstrichter zu rechnen?

Die Fragen 22 bis 22e werden aufgrund des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Allgemein wirken alle Systemdienstleistungen auf eine Begrenzung von Störungen (bspw. Momentanreserve, Regelleistung, Spannungsregelung mit Blindleistung etc.).

Die Begrenzung der Ausbreitung von Störungen ist Teil des sicheren Netzbetriebs. Diese Aufgabe liegt grundsätzlich in der Verantwortung der Netzbetreiber.

Ein Spannungstrichter ist eine spezifische Störung, bei der sich ein Spannungseinbruch bei einem Kurzschluss rund um den Kurzschlussort ausbreitet. Spannungstrichter sind lediglich vorübergehende Störungen und kein Dauerzustand. Die Spannung kehrt nach Fehlerklärung wieder zurück. Kurzschlussstromquellen in der Nähe des Fehlers können die Ausdehnung des Spannungstrichters verringern.

Ausführungen der Übertragungsnetzbetreiber zur Spannungstrichtern finden sich im Systemstabilitätsbericht 2025 in Kapitel 3.1.

Die Prozesse im Rahmen der Roadmap Systemstabilität zu Kurzschlussstrom sind in Kapitel 5.2.4 der Roadmap Systemstabilität beschrieben.

