



Weißbuch Netz- und Versorgungswiederaufbau 2030

September 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
2	Zielbild 2030	5
2.1	Allgemeine Aspekte.....	5
2.2	Sprach- und Datenkommunikation	6
2.3	Rollen während des NWA	8
2.3.1	ÜNB.....	9
2.3.2	VNB.....	10
2.4	Wirkleistungsmanagement	11
2.4.1	Gesicherte Wirkleistungseinspeisung	11
2.4.2	Gesicherte Last	11
2.4.3	Horizontaler Austausch zwischen ÜNB.....	11
2.4.4	Vertikaler Austausch Richtung VNB.....	12
2.4.5	Versorgungswiederaufbau	12
2.5	Anlageneigenschaften und Systemdienstleistungen	12
2.5.1	Vorgaben aus den technischen Anschlussregeln	13
2.5.2	Schwarzstartfähigkeit	13
2.5.3	Spannungshaltung	13
2.5.4	Frequenzhaltung	14
2.5.5	Momentanreserve und Kurzschlussleistung	15
3	GAP-Analyse zum aktuellen NWA-Konzept	17
3.1	Allgemeine Aspekte.....	17
3.2	Sprach- und Datenkommunikation	17
3.3	Rollen- und Rollenveränderung.....	18
3.3.1	ÜNB.....	18
3.3.2	VNB.....	19
3.4	Wirkleistungsmanagement	19
3.4.1	Gesicherte Wirkleistungseinspeisung	19
3.4.2	Gesicherte Last	20
3.4.3	Horizontaler Austausch zwischen ÜNB.....	20

3.4.4	Vertikal Austausch Richtung VNB.....	20
3.4.5	Versorgungswiederaufbau	20
3.5	Anlageneigenschaften und Systemdienstleistungen.....	21
3.5.1	Vorgaben aus den technischen Anschlussregeln	21
3.5.2	Schwarzstartfähigkeit.....	21
3.5.3	Spannungshaltung	21
3.5.4	Frequenzhaltung	22
3.5.5	Momentanreserve und Kurzschlussleistung	22
4	Umsetzungsplan und Handlungsfelder.....	24
4.1	Allgemeine Aspekte.....	24
4.2	Sprach und Datenkommunikation	25
4.3	Rollen- und Rollenveränderung.....	26
4.3.1	ÜNB.....	26
4.3.2	VNB.....	27
4.4	Wirkleistungsmanagement.....	27
4.4.1	Gesicherte Wirkleistungseinspeisung	27
4.4.2	Gesicherte Last.....	28
4.4.3	Horizontaler Austausch zwischen ÜNB.....	28
4.4.4	Vertikaler Austausch Richtung VNB.....	28
4.4.5	Versorgungswiederaufbau	28
4.5	Anlageneigenschaften und Systemdienstleistungen.....	29
4.5.1	Vorgaben der technischen Anschlussregeln.....	29
4.5.2	Schwarzstartfähigkeit.....	29
4.5.3	Spannungshaltung	29
4.5.4	Frequenzhaltung	30
4.5.5	Momentanreserve und Kurzschlussleistung	30
5	Zuständigkeitsübersicht der Anpassungsbedarfe.....	31

1 Einführung

Die Elektrizitätsversorgung unterliegt einem vielschichtigen Wandel. Zum einen ändert sich aufgrund der Dekarbonisierung der Energieversorgung das Erzeugungsportfolio, zum anderen ist aber auch die Lastseite durch die Erhöhung der Lasten durch Wärmeerzeugung für Gebäude und Industrieprozesse davon betroffen. Weiter werden Prosumer wie Heimspeicher oder die Elektromobilität im Energiesystem eine deutlich größere Rolle einnehmen. Steuer- und regelbare Einheiten sind somit auch vermehrt in den der Höchstspannungsebene unterlagerten Netzebenen zu finden. Trotzdem muss auch bei diesen Änderungen weiterhin die Handlungsfähigkeit der Netzbetreiber in Krisen- und Großstörungssituationen gewahrt bleiben. Hierfür haben die ÜNB verschiedene Studien und Forschungsprojekte durchgeführt, welche die Entwicklung der zukünftigen nationalen Netzwiederaufbaustrategie im Fokus hatten. Die Erkenntnisse und Ergebnisse aus diesen Projekten werden im vorliegenden Dokument zusammengefasst und das Zielbild des Netzwiederaufbaus 2030 entwickelt (Kapitel 2). Um die erforderlichen Schritte und Maßnahmen zur Erreichung des Zielbilds definieren zu können, wurde anschließend eine Gap-Analyse zum Ist-Stand durchgeführt (Kapitel 3). Abschließend werden die sich daraus ergebenden und zu ergreifenden Maßnahmen aus Sicht der ÜNB dargestellt (Kapitel 4).

2 Zielbild 2030

Dieses Kapitel beschreibt das **Zielbild des Netzwiederaufbaus für das Jahr 2030** aus Sicht der deutschen Übertragungsnetzbetreiber. Dabei werden die Zielvorstellungen auf den Themengebieten Allgemeine Aspekte (Kapitel 2.1), Sprach- und Datenkommunikation (Kapitel 2.2), Rollen während des NWA (Kapitel 2.3), Wirkleistungsmanagement (Kapitel 2.4) sowie Anlageneigenschaften und Systemdienstleistungen (Kapitel 2.5) dargestellt. Dies gewährleistet auch für die nachfolgenden Kapitel Gap-Analyse und Umsetzungsplan eine hohe Vergleichbarkeit zum aktuellen Stand der noch erforderlichen Maßnahmen zum Erreichen dieses Zielbildes.

Das hier dargestellte Zielbild basiert dabei auf den Erkenntnissen des Forschungsprojekts „Weiterentwicklung der Netzwiederaufbaupläne“ sowie einer im Auftrag der ÜNB von CONSENTEC durchgeführten Studie. Es berücksichtigt dabei auch die vorliegenden bzw. sich ändernden Rahmenbedingungen, wie z. B. den Kohleausstieg und die Änderungen im Erzeugungsportfolio, die europäischen Regelwerke aber auch Änderungen der Einflussmöglichkeiten auf der Lastseite (Wärmepumpen, E-Fahrzeuge). Gleichzeitig stellt es aber auch Anforderungen, in welchen Punkten bestehende Rahmenbedingungen zur Erreichung des Zielbildes zu ändern sind, wie z. B. Anpassungen an den technischen Anschlussregeln (TAR) oder an den Rollen und Verantwortlichkeiten einzelner Akteure.

2.1 Allgemeine Aspekte

Die **ÜNB** setzten ein gemeinsames Konzept für einen effizienten und robusten Netzwiederaufbau in Deutschland um und sind im Rahmen der Umsetzung in ihren jeweiligen Regelzonen weiterhin federführend und hauptverantwortlich für den Netz- und Versorgungswiederaufbau gemäß der Europäischen Verordnung 2017/2196 „zur Festlegung eines Netzkodex über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes“ (ER VO). Alle Vorgaben, Prozesse und Dokumente zum Netzwiederaufbauplan (NWAP) in den jeweiligen Häusern basieren daher auf dem **gemeinsamen Konzept (Prinzipien, Vorgehensmodellen, technische Anforderungen)**. Durch dieses Deutschlandweit abgestimmte Vorgehensweise wird eine zügige und zielgerichtete Wiederversorgung der Endverbraucher und die Integration aller Erzeugungsanlagen gewährleistet. Insbesondere trägt hierzu das vorab definierte und auf das Erzeugungsportfolio abgestimmte Deutschland weite Rumpfnetz bei, welches eine Resynchronisation der einzelnen nationalen Teil- und Hochfahrnetze ermöglicht. Das **Konzept „Rumpfnetz“** hat zum Ziel die lokal betriebenen Netzeinseln, welche im Zuge des NWA in jeder Regelzone entstehen, möglichst früh im Prozess wieder **zu einem überregionalen Netz zusammenzuführen**, um alle verfügbaren nationalen Ressourcen (Erzeuger und Verbraucher)

optimal nutzen und verteilen zu können. Hierdurch wird ein frühzeitiger Leistungsaustausch zwischen den Regelzonen sowie eine erhöhte Stabilität des Gesamtsystems während des Netz- und Versorgungswiederaufbaus gewährleistet. Historisch aber auch topologisch bedingt besteht weiterhin eine **starke Vernetzung der Konzepte im DACH-Raum**, wodurch das hohe Potential der Saisonalspeicheranlagen im Alpenraum genutzt werden kann. Die **Kooperation mit den übrigen europäischen Nachbar-ÜNB** ist konzeptionell weiter vertieft und ausgearbeitet. Hierdurch ist insbesondere im Versorgungswiederaufbau eine deutlich zügigere Vollversorgung durch den gezielten Leistungsaustausch und Nutzung europäischer Ressourcen zu erwarten. Alle Konzepte werden in verschiedenen Trainingsveranstaltungen mit auf die Zielstellung angepasstem Teilnehmerkreis mehrmals jährlich geprobt.

Praktische Übungen und die Erprobung neuer bzw. weiterentwickelter Konzepte erfolgen **in den zyklischen Betriebsversuchen** mit den Schwarzstartanlagen und weiteren Partnern des Netzwiederaufbaus. Die hieraus gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse ermöglichen eine permanente Validierung und Verbesserung der Netzwiederaufbaupläne.

Die Kommunikation zu den Krisenstäben in Behörden und Ministerien auf Landes- sowie Bundesebene ist etabliert und wird regelmäßig geprobt, um im Krisenfall eine eingespielte und effiziente Koordination zu gewährleisten.

2.2 Sprach- und Datenkommunikation

Eine funktionierende und hochverfügbare Kommunikationsinfrastruktur ist das Bindeglied zwischen einer Vielzahl an Prozessen und Akteuren innerhalb der Energieversorgung. Sie ist das **Fundament für die Handlungs- und Koordinationsfähigkeit der Netzbetreiber**, vor allem in Ausnahmefällen wie es Netz- und Versorgungswiederaufbau darstellen. Nur mithilfe einer funktionsfähigen **schwarzfallfesten bzw. schwarzfallrobusten Kommunikation** kann die Handlungsfähigkeit der Netzbetreiber garantiert werden.

Die Schwarzfallrobustheit umfasst Fähigkeiten und Strategien eines Systems, um eine nicht vollständige Schwarzfallfestigkeit abzudecken und eine ausreichende Funktionalität im Schwarzfall bereitzustellen, beispielsweise in Folge einer Spannungswiederkehr ohne manuellen Eingriff die Kommunikation wieder automatisch aufzunehmen. Der Netzbetreiber gewährleistet ein funktionierendes Monitoring- und Steuerungsinstrument durch die **schwarzfallfeste Kommunikationsanbindung von Erzeugungsanlagen der Typen D, C**. Außerdem ist gewährleistet, dass die Anlagen des **Typs B über eine schwarzfallrobuste Kommunikationsanbindung** verfügen. Bei Spannungswiederkehr ist der Schaltzustand der Anlagen dementsprechend aus der Ferne ersichtlich und der Einsatz von Schaltpersonal vor Ort demnach nicht erforderlich.

Die für den Netzwiederaufbau relevanten Netzbetreiber haben an den Schnittstellen **untereinander robuste, von der öffentlichen Kommunikation unabhängige, sichere und schwarzfallfeste Kommunikationswege** aufgebaut. Diesbezüglich ergibt sich zwingendermaßen eine Unabhängigkeit der Telekommunikation von der öffentlichen Kommunikationsinfrastruktur, da im Falle einer Großstörung auch mit dem Ausfall der öffentlichen Telekommunikation zu rechnen ist. Die Übertragungsnetzbetreiber setzen untereinander ein eigenes, vollumfängliches Kommunikationsnetzwerk ein, über welches ein Austausch von Daten und Sprache im nationalen und europäischen Kontext möglich ist.

Aufgrund der hohen Anzahl an Erzeugungsanlagen in der Verteilnetzebene hat die Kommunikationsschnittstelle zwischen den ÜNB und VNB an Bedeutung gewonnen, um im Netzwiederaufbau handlungsfähig zu bleiben. Die verbleibenden **EZA mit direktem Anschluss an das Übertragungsnetz sowie** ggf. die zugehörigen **Dispatch Center sind ebenfalls über eine sichere und schwarzfallfeste Kommunikation angebunden**, um einen zuverlässigen und sicheren Informationsaustausch zu ermöglichen. Sowohl die VNB wie auch die Betreiber der EZA stellen daher bis zum Netzanschlusspunkt bzw. zur Übergabestelle zum vorgelagerten Netzbetreiber eine schwarzfallfeste und nicht über öffentlich Kommunikationsinfrastrukturen realisierte Kommunikationsanbindung bereit. Diese Infrastruktur **erfüllt alle funktionalen Anforderungen des „Maßnahmenkatalog der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber zum Netzwiederaufbau“** (kurz Maßnahmenkatalog).

Da die Sprach- und Datenkommunikation die Grundlage für ein Gelingen des Netzwiederaufbaus darstellt, ist sie **zwischen den essentiellen Akteuren** mit besonderen Rollen (z. B. Schwarzstarteinheiten) **redundant ausgelegt**, um bei einer Großstörung einhergehend mit Beschädigungen der Kommunikationsinfrastruktur handlungsfähig zu bleiben. Um eine ausreichende Redundanz sicherzustellen, wird beim Ausfall einer Komponente möglichst nahtlos auf ein parallel vorgehaltenes Gerät oder einen Leitungsweg geschwenkt.

Nach einer Risikobewertung der ÜNB wird aufgrund der Änderungen im Erzeugungsportfolio, der Dezentralisierung der Erzeugungsleistung und dem Wegfall thermischer Großkraftwerke, der Netzwiederaufbau kleinteiliger und komplexer, was sich negativ auf die zu erwartende Dauer des Netz- und Versorgungswiederaufbaus auswirkt. Daher wurde die im Artikel 41 der ER VO geforderte mindestens 24-stündige Schwarzfallfestigkeit in Deutschland auf 72 h erhöht. Die ÜNB folgen hiermit einer Empfehlung des „*Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe*“ (BBK) für Betreiber kritischer Infrastrukturen. Die Schwarzfallfestigkeit von 72 h ist gemäß Maßnahmenkatalog weitestgehend umgesetzt und erfüllt folgende Kriterien:

- 1) Eine **72 h schwarzfallfeste Kommunikation zu den VNB erster Ordnung, den benachbarten ÜNB sowie allen direkt angeschlossenen EZA** am Hoch- und Höchstspannungsnetz ist implementiert.
- 2) Eine **72 h schwarzfallfeste interne Kommunikation bei den ÜNB** zu regionalen Servicepunkten und den Umspannwerken ist implementiert.
- 3) Jegliche für den Netzwiederaufbau relevante Kommunikation erfolgt **über nicht öffentliche Kommunikationswege** und ist insbesondere zwischen den ÜNB sowie zu den VNB erster Ordnung **wegeredundant** ausgeführt.
- 4) Eine **schwarzfallrobuste Kommunikation** zu allen nicht schwarzfallfest angebotenen Erzeugungsanlagen im Verteilnetz ist in weiten Teilen implementiert.

2.3 Rollen während des NWA

Ein **wesentlicher Erfolgsfaktor** in Bereichen, in denen mehrere Akteure aufeinandertreffen, ist ein **gefestigtes Rollenverständnis** mit klaren Abgrenzungen der Verantwortlichkeiten für eine effiziente Zusammenarbeit an den Schnittstellen – so auch im Netzwiederaufbau-Szenario. In Abbildung 1 sind die Rollen und deren Interaktion im NWA dargestellt. Die Rollen von ÜNB und VNB und deren Aufgaben während des NWA werden im Folgenden näher betrachtet.

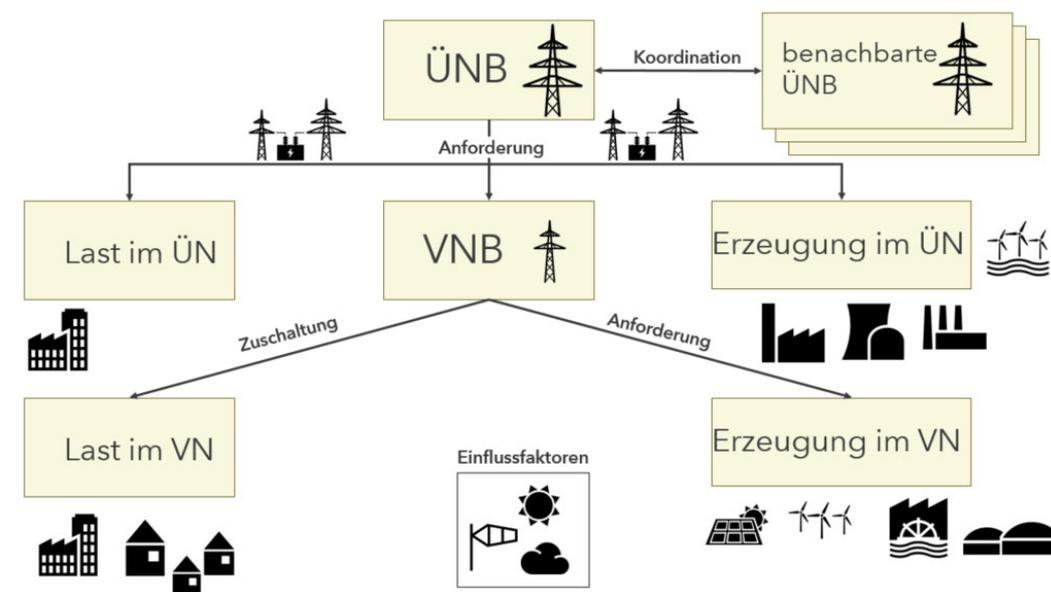


Abbildung 1: Interaktion der Akteure beim NWA

2.3.1 ÜNB

Die ÜNB sind die **Initiatoren und Koordinatoren des Netzwiederaufbaus in Deutschland** und tragen hierfür in ihrer jeweiligen Regelzone die Verantwortung. Die Vorhaltung von geeigneten NWAP ist eine wesentliche Verpflichtung der systemverantwortlichen ÜNB. Diese Verpflichtung ist konkretisiert in der ER VO.

Der ÜNB identifiziert im ersten Schritt des Netzwiederaufbaus die Situation im Netz und unterscheidet einen räumlich begrenzten Netzzusammenbruch, bei dem Nachbar-ÜNB bereit stehen, um Spannung zum Netzwiederaufbau zur Verfügung zu stellen (Top-down-Strategie) und einen großflächigen – womöglich europaweiten – Netzzusammenbruch, bei dem der ÜNB mittels schwarzstartfähiger Erzeugungsanlagen (sEZA) oder im Eigenbedarfsinselbetrieb befindlichen EZA den Netzwiederaufbau (Bottom-up-Strategie) startet. Bei den nachfolgenden Betrachtungen wird die Bottom-up-Strategie als Worst Case zu Grunde gelegt.

Ziel der ÜNB ist der erfolgreiche und zügige Netzwiederaufbau im deutschen Übertragungsnetz – im Falle eines vollständigen Netzzusammenbruchs beginnend bei den sEZA mit Hochfahrnetzen in den vier deutschen Regelzonen, hin zum **Zusammenschluss zum nationalen Rumpfnetz**, um die gesicherte Infrastruktur für den anschließenden Versorgungswiederaufbau wiederherzustellen. Sobald das Rumpfnetz unter Spannung gesetzt wurde und die Handlungsfähigkeit weitestgehend gesichert ist, kann mit dem nationalen Versorgungswiederaufbau begonnen werden.

Die ÜNB haben **eine gemeinsame nationale Netzwiederaufbaustrategie für Deutschland** etabliert, die eine Verzahnung der Regelzonen bezogenen NWAP berücksichtigt. Die nationale Netzwiederaufbaustrategie und die individuellen NWAP werden permanent weiterentwickelt und sehen auch eine Deutschland weite Koordination der Zuschaltung von Last sowie der Stromerzeuger im Netz der ÜNB und VNB vor.

Für den robusten Netzwiederaufbau beginnend in den Regelzonen weisen die ÜNB die nötigen Bedarfe (z. B. Schwarzstartfähigkeit der Erzeugungsanlagen) zur gesicherten Umsetzung der NWAP aus.

Die **Sicherstellung des bilanziellen Gleichgewichtes von Last und Erzeugung** obliegt ausschließlich dem ÜNB. Der ÜNB bedient den **Regler im Netzwiederaufbau-Szenario**. Erzeugungsüberschüsse werden horizontal zu Nachbar-ÜNB oder vertikal zu den angeschlossenen VNB verteilt, Netzinseln vergrößert und stabilisiert, der Versorgungswiederaufbau forciert und schließlich die Energiemärkte wiedereingesetzt. Dieses Vorgehen gewährleistet eine gleich-

mäßige Verteilung der zur Verfügung stehenden Leistung, eine optimale Nutzung der verfügbaren Erzeugungseinheiten und somit eine optimale Kooperation der vier deutschen ÜNB beim Versorgungswiederaufbau.

2.3.2 VNB

Die VNB arbeiten im Netzwiederaufbau eng mit dem vorgelagerten ÜNB zusammen. Hierzu wurden im Vorfeld entsprechende Konzepte gemeinsam zwischen VNB und dem zuständigen ÜNB entwickelt. Der VNB nimmt darüber hinaus mit seinen Operatoren regelmäßig an Trainingsveranstaltungen und Betriebsversuchen des vorgelagerten ÜNB teil, um die erarbeiteten Konzepte zu festigen.

Der VNB bereitet sein Netz für den Netzwiederaufbau vor, indem er es in geeignet große Netzbereiche auftrennt, um in einem späteren Schritt **definierte Last- und Erzeugungsmengen nach Vorgabe des ÜNB zuschalten** zu können. Zur Sicherstellung dieser Anforderung ist der VNB in der Lage das **Verhalten der Lasten auch insbesondere im Fall wiederkehrender Spannung zu prognostizieren und identifizieren**.

Des Weiteren analysiert und steuert der VNB das Verhalten der **dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA)** in seinem Netz, sodass sich **keine negativen Rückwirkungen im Netzwiederaufbau** ergeben. Neben der Kenntnis über das Verhalten der DEA haben die VNB Anlagen mit schwarzfallfester bzw. schwarzfallrobuster Kommunikationstechnik erschlossen, damit diese **kontrolliert ansteuerbar** und damit nutzbare Lasten und Erzeugungen für den Netzwiederaufbauprozess darstellen. Beispielsweise könnte E-Mobilität nutzbare Flexibilität im Netzwiederaufbau bereitstellen und Ladestationen und PV-Anlagen gezielt angesteuert werden.

Des Weiteren werden wichtige Netzanlagen im Bereich der kritischen Infrastruktur beim VNB eigenverantwortlich identifiziert und bevorzugt behandelt, falls nicht genug Leistung für eine Vollversorgung vorhanden ist. Eine kleinteilige Planung des **eigenen Netzwiederaufbaus** erfolgt beim VNB parallel beginnend mit der Spannungsvorgabe aus dem überlagerten Netz oder in Einzelfällen mit eigenen schwarzstartfähigen Anlagen. **Die Vorhaltung von eigenständigen Schwarzstart- und Netzwiederaufbauplänen (und Fähigkeiten) bei VNB stellen eine Ausnahme dar**, die sich aufgrund spezifischer technischer Besonderheiten begründet und die im Rahmen der Festlegungen für die nationale Netzwiederaufstrategie in Abstimmung mit dem betroffenen VNB durch den ÜNB als Anforderung an den VNB aufgestellt wurde.

2.4 Wirkleistungsmanagement

2.4.1 Gesicherte Wirkleistungseinspeisung

Im Zielkonzept steht im ausreichendem Maße gesicherte Wirkleistungseinspeisung für den Netzwiederaufbau zur Verfügung, die unabhängig vom Dargebot an Wind und Sonne – auch im Falle einer Dunkelflaute – durch Erzeugungsanlagen mit Anschluss an das Übertragungsnetz und einer adäquater Primärenergieversorgung bereitgestellt wird. **Die Ablösung der schwarzstartfähigen Anlagen sowie die dauerhafte Versorgung der Eigenbedarfe der Umspannanlagen, Nachrichtennetze und Betriebsstandorte ist durch diese Anlagen gesichert.** Diese Erzeugungsanlagen stellen darüber hinaus zentrale Systemdienstleistungen und Anlageneigenschaften wie Schwungmasse, Blindleistung und Regelleistung bereit. Die gesicherte Wirkleistungseinspeisung ist über das gesamte Gebiet der Bundesrepublik verteilt, dient jedoch nicht zur flächendeckende Lastdeckung im Versorgungswiederaufbau. Die Verteilung und die Dimensionierung orientiert sich an den Schwarzstartregionen und den jeweiligen netztechnischen Gegebenheiten.

2.4.2 Gesicherte Last

Die **VNB stellen** in Abstimmung mit den **ÜNB gesicherte Last bereit**. Dabei handelt es sich um kleine und rückspeisungsfreie Lasten, die für das Auflasten der schwarzstartfähigen Anlagen und der gesicherten Wirkleistungseinspeisung herangezogen werden. Ohne diese gesicherten Lasten können die Erzeugungsanlagen nicht in einem stabilen Betriebspunkt betrieben werden.

2.4.3 Horizontaler Austausch zwischen ÜNB

Der Transport elektrischer Energie über größere Distanzen ist insbesondere für den Versorgungswiederaufbau von großer Bedeutung, aber auch bereits beim Netzwiederaufbau erforderlich. Ein Leistungsaustausch ist jedoch nur zwischen miteinander verbundenen Netzgebieten möglich. Der NWAP ist daher so gestaltet, dass die einzelnen Netzinseln zu einem möglichst frühen Zeitpunkt wieder miteinander synchronisiert werden. Die **Anwendung der Methodik des Rumpfnetzes** (vgl. Abschnitt 2.1) stellt hierfür die notwendigen topologischen Voraussetzungen bereit und gewährleistet somit bereits in der Phase des Netzwiederaufbaus einen **Austausch von Wirkleistung** sowie weiterer Systemdienstleistungen innerhalb Deutschlands.

Aufgrund der dargebotsabhängigen Erzeugungsstruktur ist nicht zwangsläufig zu jedem Zeitpunkt in einer Regelzone bzw. Region ausreichend Erzeugungsleistung vorhanden, sodass eine vollständige Wiederversorgung ohne Leistungstransporte aus benachbarten Regionen

bzw. Ländern nicht immer möglich ist. Die ÜNB kommunizieren daher permanent ihre Bedarfe und Erzeugungskapazitäten auf nationaler aber auch internationaler Ebene untereinander, so dass der Transport der verfügbaren Energie zwischen den Partnern geplant und realisiert werden kann.

Für die Kommunikation von Bedarfen und als Planungswerkzeug im Netz- und Versorgungswiederaufbau ist eine **spezielle Art von Fahrplanwesen** etabliert, welches unter Verwendung der schwarzfallfesten Kommunikationswege den Austausch der erforderlichen Daten zulässt. Dies ergänzt den verbalen bilateralen oder auch multilateralen operativen Austausch zwischen den netzführenden Stellen über die schwarzfallfeste Sprachkommunikation innerhalb von Deutschland aber auch mit dem europäischen Ausland.

2.4.4 Vertikaler Austausch Richtung VNB

Die **VNB handeln** innerhalb ihres Netzes möglichst **selbstständig**, ohne jedoch dabei die anderen im Netzwiederaufbau verbundenen Partner negativ zu beeinflussen. Die **VNB stellen das** eigene **Potential aus DEA und Lasten koordiniert zur Verfügung**. Die VNB erheben und aggregieren das Last- und Erzeugungspotential an der vertikalen Schnittstelle und es werden verbindliche Vereinbarungen über das Verhalten der Netzebenen an der vertikalen Schnittstelle getroffen. Auf Grundlage dieser Informationen ermittelt der jeweils vorgelagerte Netzbetreiber Austauschbänder und gibt diese den ihm nachgelagerten Netzbetreibern vor, innerhalb derer er sich autark bewegt und den Netz- und Versorgungswiederaufbau vorantreiben kann. Durch den parallelen Abruf von Last- und Erzeugungspotentialen wird es ermöglicht, einen zügigen Netz- und Versorgungswiederaufbau umzusetzen.

2.4.5 Versorgungswiederaufbau

Nach dem Netzwiederaufbau erfolgt der Versorgungswiederaufbau bis hin zur vollständigen Lastdeckung. Hierzu ist **ausreichend Erzeugungsleistung vorhanden**.

2.5 Anlageneigenschaften und Systemdienstleistungen

Neben den konzeptionellen und organisatorischen Maßnahmen der beteiligten Partner sind einzuhaltende Anlageneigenschaften, vorgegeben durch **technische Anschlussregeln und andere normative Regelwerke**, und bereitzustellende Systemdienstleistungen erforderlich. Systemdienstleistungen können im Netz- und Versorgungswiederaufbau von allen Anlagen abgerufen werden, die technisch dazu in der Lage sind. Dies erfolgt unabhängig davon, ob die Systemdienstleistung zu diesem Zeitpunkt marktlich kontrahiert sind und ist lediglich durch die Verfügbarkeit der Anlage selbst beschränkt.

2.5.1 Vorgaben aus den technischen Anschlussregeln

Betriebliche **Einschränkungen** bei DEA, die die Verfügbarkeit im Netzwiederaufbau reduzieren, wurden **aus den technischen Anschlussregeln (TAR) weitestgehend entfernt** bzw. in ihren Auswirkungen abgemildert. Die Umrüstung der betreffenden Alt- und Bestandsanlagen wurde gestartet und erfolgt analog zu den bereits in der Vergangenheit durchgeführten **Umrüstungen im Rahmen der Systemstabilitätsverordnung**. Hierzu zählen insbesondere Regelungen zur:

- **Uneingeschränkte Betriebsbereitschaft** der DEA nach einem Schwarzfall aufgrund Einhaltung bestimmter Umgebungsparameter (Klimatisierung, schwarzfallfeste bzw. schwarzfallrobuste Kommunikation und Eigenbedarfsversorgung)
- **Kontrollierte Zuschaltung** von DEA nach Spannungswiederkehr am Netzanschlusspunkt durch den Anschlussnetzbetreiber.
- **Arbeitspunktgenaue Leistungsregelung** der DEA durch den Anschlussnetzbetreiber.

2.5.2 Schwarzstartfähigkeit

In den von den ÜNB definierten Schwarzstartregionen ist die **Beschaffung** der Systemdienstleistung Schwarzstartfähigkeit **über Ausschreibungsverfahren** erfolgt. Dies beinhaltet sowohl die Beschaffung der ermittelten erforderlichen Anlagenbemessungswirkleistung, als auch die Kontrahierung der für den Netzwiederaufbau – hiermit ist das Unter-Spannung-Setzen und die Sicherung der Netzinfrastruktur für die Anfangsphase des Netz- und Versorgungswiederaufbau gemeint – **erforderlichen Primärenergie**. Die schwarzstartfähigen Anlagen entsprechen des Weiteren den Anforderungen der vertraglichen Modalitäten für die Erbringung der Systemdienstleistung Schwarzstartfähigkeit.

Sofern es aufgrund der Topologie des Übertragungsnetzes und dem Zuschnitt der Regelzonen für die Durchführbarkeit des Netzwiederaufbaus vorteilhaft ist in einzelnen Regionen die Systemdienstleistung Schwarzstartfähigkeit über zwei oder mehr ÜNB hinweg gemeinsam zu beschaffen, wurde und wird dies durchgeführt.

2.5.3 Spannungshaltung

Zur Spannungshaltung im Netzwiederaufbau kommen weiterhin **statische Kompensationsbetriebsmittel im Eigentum und direkten Zugriff** der ÜNB zum Einsatz, die zur Auskompensation der Hochfahr- und Aufbaunetze bereits in der Phase des Unter-Spannung-Setzens

erforderlich sind. Von besonderer Bedeutung sind hierbei insbesondere passend dimensionierte und gemäß den Erfordernissen des Netzwiederaufbaus platzierte Ladestromkompensationsspulen.

Darüber hinaus ist die **dynamische Spannungsstützung** insbesondere durch Schalthandlungen während des Netz- und Versorgungswiederaufbaus hervorgerufene Spannungseignisse von großer Bedeutung. Aufgrund der Außerbetriebnahme von Kraftwerken auf der Höchstspannungsebene kommt diese Aufgabe vermehrt rotierenden Phasenschieberanlagen (rPSA), STATCOM, HGÜ-Umrichter und Großbatterien mit Anschluss auf Hoch- und Höchstspannungsebene zu. Insbesondere die ÜNB-eigenen Betriebsmittel rPSA, STATCOM und HGÜ-Umrichter, die im Rahmen des Ausbaus der Übertragungsnetze bis 2030 errichtet werden, sind in ihrer Bedeutung besonders hervorzuheben. Diese Anlagen sind so ausgelegt, dass sie auch in Netzen **mit geringer Kurzschlussleistung betrieben** werden dürfen und somit unmittelbar nach Unter-Spannung-Setzen des Netzes zur dynamischen Spannungsstützung herangezogen werden können.

In gleicher Weise werden in weiteren Schritten des Netz- und Versorgungswiederaufbaus alle EZA sowie Batterieanlagen mit Anschluss an die Hoch- bzw. Höchstspannungsnetze zur statischen und dynamischen Spannungsstützung herangezogen, sobald ihr Netzanschlusspunkt wieder unter Spannung gesetzt wurde. Hierfür sind die entsprechenden **Regelungsmodi und Kommunikationsschnittstellen zur Ansteuerung durch den Anschlussnetzbetreiber in den Anlagen implementiert**.

2.5.4 Frequenzhaltung

Neben den verbleibenden konventionellen Großkraftwerken und der gesicherten Erzeugungleistung, die z.B. mit Gas (Erdgas, LNG, synthetischer Wasserstoff, synthetisches Methan) betrieben werden, werden insbesondere in den späteren Phasen des Netz- und Versorgungswiederaufbaus DEA (Wind, PV, Biomasse) sowie Speicheranlagen (Pump- und Saisonalspeicherkraftwerke) einen wichtigen Anteil der Frequenzhaltung, insbesondere von **Frequency Containment Reserve (FCR)** und **automatic Frequency Restoration Reserve (aFRR)**, übernehmen. Hierbei werden anders als im Normalbetrieb, in dem nur marktlich bezuschlagte Anlagen für die Frequenzhaltung eingesetzt werden, die **technischen Potentiale aller verfügbaren Anlagen genutzt**. Die Aktivierung erfolgen dabei jedoch nicht über die gleichen marktlichen Kommunikationswege, sondern durch den Anschlussnetzbetreiber.

Batteriespeicher können Leistung **mit hohem Gradienten** an das Netz abgeben oder aus dem Netz aufnehmen. Daher werden sie im Rahmen ihrer Kapazität und ihres Ladezustands

im Netzwiederaufbau zur FCR herangezogen. Alle Batteriespeicher auf Hoch- und Höchstspannungsebene sind grundsätzlich mit dieser Funktionalität ausgestattet, auf Mittelspannungsebene ist die Implementierung gestartet aber noch nicht abgeschlossen.

HGÜ-Kopfstationen können ebenfalls zur Frequenzhaltung beitragen. Die konkreten Fähigkeiten **hängen vom Regelungskonzept der einzelnen Station** sowie von der **Wechselwirkung mit der bzw. den anderen Stationen der Gleichstromverbindung ab**. Zur Bereitstellung von FCR werden Offshore-Windparks im Netzwiederaufbau angedrosselt betrieben. Grundsätzlich sind ähnliche Regelungsmechanismen auch mit HGÜ-Kopfstationen zu asynchron verbundenen Netzen (z. B. Großbritannien, Skandinavien) möglich, hängen aber zum einen von den zwischen den Beteiligten ÜNB getroffenen Absprachen und zum anderen im Einsatzfall vorherrschenden Systemzuständen der jeweils verbundenen Netze ab. **Von einer grundsätzlichen Verfügbarkeit von frequenzstützendem Verhalten kann daher nicht ausgegangen werden.**

Schwarzfallfest bzw. schwarzfallrobust ansteuerbare **DEA werden im Netzwiederaufbau angedrosselt betrieben** und stellen FCR bereit. Dies betrifft hauptsächlich Anlagen mit direktem Anschluss an die Hoch- und Höchstspannungsebene (Umspannebene HS/MS oder höher), die **in die Leittechnik des jeweiligen Anschlussnetzbetreibers integriert** sind. Für Anlagen mit Anschluss an der Mittelspannungsebene oder darunter befindet sich die Anbindung jedoch noch in der Umsetzung, es sind noch nicht alle Potentiale erschlossen.

Mit Inbetriebnahme der Leistungsfrequenzregelung im Netzwiederaufbau greifen die ÜNB in ihrem jeweiligen Verantwortungsbereich auf **alle verfügbaren Anlagen** zurück, **die für die Erbringung von aFRR präqualifiziert und am Netz verfügbar sind**. Dies kann aus konventionellen Anlagen aber auch aus den anderen zuvor genannten Typen erfolgen. Der Einsatz von manual Frequency Restoration Reserve (mFRR) erfolgt nicht, hierfür findet die Methodik des Lastfolgebetriebs Anwendung.

Die zuvor beschriebenen Maßnahmen zur Frequenzhaltung garantieren durch die räumliche Verteilung der Erbringung auch in den frühen Phasen des Netzwiederaufbaus eine adäquate Stabilisierung der zunächst kleinen Netzinseln. Hiermit wird der Netzwiederaufbau erst möglich und wirkt sich darüber hinaus vorteilhaft auf die Wiederaufbaugeschwindigkeit aus.

2.5.5 Momentanreserve und Kurzschlussleistung

Die Bereitstellung von Momentanreserve dämpft Frequenzänderungen im Netz und ermöglicht somit die ordnungsgemäße Funktion von Schutz- und Notfallsystemen. Synchrongeneratoren und rPSA stellen Momentanreserve konstruktionsbedingt immer bereit, sofern sie synchron

am Netz betrieben werden. Von den ÜNB installierte und betriebene **rPSA sind** zur Erhöhung ihres Beitrags zur Anlaufzeitkonstante zusätzlich **weitestgehend mit Schwungmassen bestückt**.

Über Leistungselektronik mit dem Netz gekuppelte Anlagen stellen Momentanreserve nicht inhärent bereit. Jedoch wurden die **TAR angepasst**, sodass bereits Neuanlagen über die Implementierung von **virtueller Trägheit** einen Beitrag zur Momentanreserve leisten müssen. Darüber hinaus wurde für Bestandsanlagen ein Nachrüstprogramm (in Analogie zur Systemstabilitätsverordnung) aufgesetzt und gestartet, welches die Implementierung einer schnellen Frequenzregelung (Fast Frequency Response – FFR) ermöglicht. Virtuelle Trägheit sowie FFR sind daher in Anlagen auf Höchstspannungsebene implementiert. Hierzu zählen insbesondere HGÜ-Kopfstationen zur Anbindung von Offshore-Windparks, Overlay-HGÜ bzw. HGÜ-Interkonnektoren mit anderen Synchrongebieten (GB, Nordic) aber auch STATCOM- und Batterieanlagen. Teilweise sind virtuelle Trägheit sowie FFR bei ausgewählten PV- und Windparks mit direktem Anschluss an die Hoch- und Höchstspannungsebene implementiert. Ein Großteil der Bestandsanlagen verfügt jedoch noch nicht über die FFR-Funktionalität, die Nachrüstung wurde gestartet. Die umgesetzten Maßnahmen haben den Wegfall an Momentanreserve durch die Außerbetriebnahme von konventionellen Großkraftwerken weitestgehend kompensiert.

Auch für die Bereitstellung **ausreichender Kurzschlussleistung wurden die TAR** sowie weitere technische Regelwerke, z. B. des Anlagen- und Netzschutzes, **angepasst** und alle Neuanlagen zur Erbringung eines adäquaten Kurzschlussstrombeitrags verpflichtet, für ausgewählte Anlagen wurde ein entsprechendes Nachrüstprogramm aufgelegt. Die Nachrüstung ist ähnlich wie bei der Momentanreserve bei Anlagen mit Anschluss an der Hoch- und Höchstspannungsebene weitestgehend abgeschlossen, in den niedrigeren Spannungsebenen jedoch nur teilweise. Für den Netz- und Versorgungswiederaufbau ist dennoch eine ausreichend hohe Kurzschlussleistung auch in kleinen Netzinseln vorhanden, um die konzeptgemäße Funktion der Schutzsysteme zu gewährleisten.

3 GAP-Analyse zum aktuellen NWA-Konzept

In diesem Kapitel werden die Lücken zwischen dem IST-Zustand und dem in Kapitel 2 skizzierten ZIEL-Zustand des Netzwiederaufbaus im Jahr 2030 aufgezeigt.

3.1 Allgemeine Aspekte

Die vier deutschen ÜNB haben im Forschungsprojekt „Weiterentwicklung der Netzwiederaufbaupläne“ die Methodik des Rumpfnetzes gemeinsam mit den Forschungspartnern entwickelt. Diese **Methodik ist jedoch noch nicht in einen Regelprozess überführt** und eine Abstimmung an der Schnittstelle zu den benachbarten ausländischen ÜNB ist ausstehend. Grundsätzlich sind jedoch Abstimmungsprozesse zu den benachbarten ÜNB über **direkte Austauschgremien bzw. über Regional Coordination Centers (RCC) vorhanden und etabliert**.

Des Weiteren ist es erforderlich, die praktischen Übungen und Erprobungen in **Betriebsversuchen auszuweiten**. Da für die Durchführungen aufwendige Freischaltungen im Netz erforderlich sind, konkurrieren diese jedoch mit den zunehmenden Bautätigkeiten sowie den stattfindenden Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten im Netz. Hierfür sind Abstimmungsprozesse mit allen involvierten Partnern erforderlich.

Letztlich ist die **Schnittstelle zwischen den Landes- und Bundesbehörden und den ÜNB weiter auszuarbeiten**, um die Kommunikation zur Lage im Netz, die Übermittlung von Anforderungen und Bedarfen z. B. des Katastrophenschutzes an die ÜNB sowie die Information zu Restriktionen und Notwendigkeiten auf Seiten der ÜNB zu verbessern. Erst hierdurch sind eine effektive Lagebeurteilung und die Einleitung von gezielten Gegenmaßnahmen möglich.

3.2 Sprach- und Datenkommunikation

Der enorme Anstieg nicht schwarzfallfest angebundener Erzeugungseinheiten in den unteren Spannungsebenen führt potenziell nicht nur zu stark kleinteiliger werdenden Netz- und Versorgungswiederaufbauprozessen, sondern auch zu wachsenden Informationslücken für die Netzbetreiber. Momentan existieren **keinerlei Anforderungen an schwarzfallfeste oder schwarzfallrobuste Kommunikation für Neuanlagen**. Neben einer gesicherten schwarzfallfesten Kommunikation zu den schwarzstartfähigen Anlagen gibt es bisher nur eine schwarzfallfeste Kommunikation zu ausgewählten, meist thermischen, Partneranlagen im Übertragungsnetz, welche beispielsweise in den NWAP die schwarzstartfähigen Anlagen ablösen. In den unterlagerten Netzebenen ist nicht im Detail bekannt, welche Anlagen schwarzfallfest oder schwarzfallrobust angebunden sind. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Großteil der Anlagen, speziell die DEA, diese Anforderungen nicht erfüllen. Des Weiteren werden Größere

Wind- oder PV-Parks häufig unbesetzt betrieben, verfügen aber meist über zentrale Leitstellen. Außerdem gibt es Fälle mit mehreren Anlagenbetreibern je Erzeugungsanlagenpark, welche unterschiedliche Leitstellenstandorte aufweisen. Im Netzwiederaufbau ist aus diesem Grund **nicht ersichtlich, mit wem kommuniziert werden muss**, um die Anlagen in den Prozess mit einbinden zu können und ob diese Leitstellen schwarzfallfest angebunden sind.

Die **Kommunikation von den VNB erster Ordnung zu den ÜNB** ist in der Regel schwarzfallfest. Allerdings gilt hier die Einschränkung, dass dies bisher nur für einen Schwarzfall **bis zu 24 h ausgelegt** ist. Auch sind noch nicht alle VNB in Deutschland über einen wegeredundanten zweiten Weg schwarzfallfest angebunden. Die relativ neue Empfehlung seitens des BBK, eine schwarzfallfeste Kommunikation zwischen den für den Netzwiederaufbau relevanten Akteuren für **72 h** umzusetzen, ist bisher **nur in Ausnahmefällen realisiert** worden.

Neben der Kommunikation zu den Partnern im Netzwiederaufbau ist es auch notwendig, die ÜNB interne Kommunikation ausreichend und redundant abzusichern. Dazu gehört auch, dass eine Erreichbarkeit (Sprach- und Datenverbindung) der Mitarbeiter in der Fläche gewährleistet ist, um ggf. entstandene Schäden zu begutachten oder manuelle Schalthandlungen in Umspannwerken umzusetzen. Bei einer steigenden Anzahl von Umspannwerken und Betriebsmitteltechnologien ist dies nicht zwingendermaßen gegeben.

3.3 Rollen- und Rollenveränderung

Von der Gegenwart hin zum Zielbild des Netzwiederaufbaus 2030 bleibt der ÜNB der verantwortliche Koordinator im Netzwiederaufbau. Der Netzwiederaufbau wird jedoch erheblich kleinteiliger aufgrund einer zunehmenden Menge von DEA und neuen Verbrauchern im Verteilnetz, was die Rolle VNB komplexer macht.

3.3.1 ÜNB

Der ÜNB steuert wie bisher im Netzwiederaufbau übergeordnet die Handlungen aller Akteure und führt koordiniert und nach Konzept zum Normalzustand zurück. Im Hinblick auf den Wandel im Energiesystem müssen die ÜNB in den kommenden Jahren jedoch weitreichendere **Konzeptanpassungen** der NWAP aufgrund neuer Technologien im Netz, des Rückgangs der konventionellen Großkraftwerke und dadurch reduzierter Verfügbarkeit von Systemdienstleistungen aus dem Höchstspannungsnetz durchführen.

Aufgrund der tiefgreifenden Veränderung der Erzeugungsstruktur in Deutschland und Europa ist aber zu erwarten, dass ein vollständiger Versorgungswiederaufbau trotz der gemeinsamen nationalen Netzwiederaufbaustrategie von den deutschen ÜNB zukünftig nicht mehr in jeder

Konstellation gewährleistet werden kann. Die NWAP der deutschen ÜNB zielen auf die Sicherung der kritischen Netzinfrastruktur. Jedoch existiert keine **gesetzliche Vorgabe wer die Wiederversorgung** der Endkunden zu **verantworten** hat oder **welcher Versorgungsgrad angestrebt werden soll**.

Darüber hinaus verzeichnen die ÜNB einen **Rückgang der verfügbaren Regelleistung** im Übertragungsnetz, was seine Handlungsfähigkeit schmälert. Es fehlt den ÜNB momentan ein exakter Informationsaustausch mit allen Akteuren, um beispielsweise die verbleibende Erzeugungspotentiale – auch Regelzonen übergreifend – optimal nutzen zu können.

3.3.2 VNB

Die zukünftige Rolle der VNB beim Netzwiederaufbau wird gegenüber heute deutlich anspruchsvoller sein. Zwar besteht die Kernaufgabe der VNB heute wie zukünftig darin, auf Anforderung der ÜNB Netzbereiche mit definierter Last und Einspeisung zu identifizieren, vom restlichen Netz zu trennen und zuzuschalten, jedoch wird diese Aufgabe deutlich komplexer. Die VNB müssen zukünftig die **zunehmende Durchdringung** der Verteilnetze mit unterschiedlichen Arten dezentraler, i. d. R. **dargebotsabhängiger Einspeisung** und neuer, aktiver Stromverbraucher berücksichtigen, welche heute noch nicht erreichbar und ansteuerbar sind.

Die im Verteilnetz angeschlossene Anlagen leisten heute im Wesentlichen keinen Beitrag bei der Übernahme und Erbringung von Systemdienstleistungen. Es existieren noch keine Konzepte zur Nutzung einer Vielzahl kleinerer EZA und Speichern aus dem Verteilnetz „als große leistungsstarke Anlage“ im Netzwiederaufbau.

Einige wenige städtische **VNB verfügen über eigene NWAP**, um insbesondere kritische Infrastrukturen (z B. Bereich der Fernwärmenetze oder Tagebaue) nach einem Netzzusammenbruch schnell wiederversorgen zu können. Diese Konzepte sind **teilweise nicht mit den vorgelagerten Netzbetreiber (ÜNB und ggf. auch VNB) abgestimmt** und werden damit den Anforderungen der jeweiligen Regelzonen verantwortlichen ÜNB nicht gerecht, was eine optimale Umsetzung der nationale Netzwiederaufbaustrategie gefährdet.

3.4 Wirkleistungsmanagement

3.4.1 Gesicherte Wirkleistungseinspeisung

Gesicherte Erzeugungsleistung ist **nicht in allen Schwarzstartregionen in ausreichendem Maße verfügbar**. Beispielsweise in Regionen in Nord- und Ostdeutschland sind im Höchst-

spannungsnetz aktuell keine geeigneten Erzeugungsanlagen vorhanden. Aber auch in anderen Regionen Deutschlands, in denen derzeit noch größere Kohlekraftwerke vorhanden sind, **muss** für die Zukunft **adäquater Ersatz geschaffen werden**.

3.4.2 Gesicherte Last

Die steigende Installation von DEA führt selbst in urbanen Gebieten dazu, dass die erforderliche **Rückspeisefreiheit vom VNB kaum mehr sichergestellt** werden kann. Die DEA können von den VNB nur unzureichend gesteuert werden. In der Folge wird es für die VNB zunehmend schwerer gesicherte Lasten gemäß der Anforderung des ÜNB im Netzwiederaufbau bereitzustellen.

3.4.3 Horizontaler Austausch zwischen ÜNB

Aufgrund der abgestimmten NWAP zwischen den ÜNB wird das Ziel zum Transport von elektrischer Energie im Netz- und Versorgungswiederaufbau bereits erfüllt, wobei die Strategie des Rumpfnetzes in den NWAP Berücksichtigung finden müssen.

Unter dem Gesichtspunkt der Planung und Abstimmung von Bedarfen und Erzeugungspotentialen steht **heute das Mittel der Sprachkommunikation zur Verfügung**. Ein digitales Werkzeug, wie etwa ein **spezielles Fahrplanmanagement** für den Netz- und Versorgungswiederaufbau, ist **nicht verfügbar**. Aufgrund der wachsenden Anzahl an Eingangsdaten wird zukünftig ein Abstimmungs- und Koordinierungsprozess ohne entsprechende Werkzeuge zu Verzögerungen beim Netz- und Versorgungswiederaufbau führen.

3.4.4 Vertikal Austausch Richtung VNB

In den NWAP der VNB ist die gezielte Bereitstellung von DEA bzw. Aggregation von Last und Erzeugung bisher nicht vorgesehen. Es sind die **erforderlichen organisatorischen Absprachen mit den überlagerten Netzbetreibern zu treffen**. Darüber hinaus sind keine digitalen Schnittstellen und **Werkzeuge zur Aggregation, Planung, Prognose und Steuerung von Erzeugungs- und Lastpotentialen** vorhanden. Aufgrund nicht schwarzfallfester bzw. nicht schwarzfallrobuster Datenanbindung an DEA liegen den VNB **keine ausreichenden Steuerungsmöglichkeiten** vor.

3.4.5 Versorgungswiederaufbau

Aufgrund des vorliegenden Erzeugungsportfolios und dem **Fehlen von steuerbarer gesicherter konventioneller Erzeugungsleistung** einhergehend mit einer **Importabhängigkeit** aus dem benachbarten Ausland, kann es beim Versorgungswiederaufbau zu Situationen kommen,

in denen die potentielle Last die verfügbare Erzeugungsleistung übersteigt. In diesen Situationen streben die ÜNB eine flächendeckende Grundversorgung an. Sie haben jedoch keine Möglichkeit einzelne Endkunden bzw. Gruppen von Endkunden zeitweise oder gar dauerhaft von der Wiederversorgung auszunehmen. Die Abschaltung von Endkunden oder Gruppen von Endkunden zur Erfüllung der von den ÜNB **vorgegebenen Lastreduktionszielen erfolgt durch die VNB**. Bezüglich der Verwaltung von Mangelsituationen im Versorgungswiederaufbau existieren keine Notfallpläne von VNB, sodass diese im Falle einer Mangelsituation situativ entscheiden müssen.

3.5 Anlageneigenschaften und Systemdienstleistungen

3.5.1 Vorgaben aus den technischen Anschlussregeln

In vielen Punkten bilden die TAR maßgeblich die Anforderungen für das Verhalten von EZA im Normalbetrieb bzw. den Übergängen zur sicheren Abschaltung der Anlagen in Fällen von Störungen im Netz ab. Für die Wiedereinschaltung wird aktuell meist von stabilisierten und den Parametern des Normalzustands entsprechenden Netzgebieten ausgegangen. **Der Betrieb unter den verschärften Bedingungen des Netzwiederaufbaus ist jedoch nicht Teil der TAR**, insbesondere hinsichtlich der uneingeschränkten Betriebsbereitschaft auch nach längeren Ausfallzeiten sowie die kontrollierte Zuschaltung der DEA und die Einhaltung von definierten Arbeitspunkten. Eine Nachbesserung bzw. Überarbeitung der TAR zur Verbesserung des Anlagenverhaltens ist unbedingt erforderlich, um den Anforderungen im Fall eines Netz- und Versorgungswiederaufbaus gerecht zu werden.

3.5.2 Schwarzstartfähigkeit

Aktuell haben die ÜNB zur Vorbereitung der Ausschreibung der Systemdienstleistung Schwarzstartfähigkeit die entsprechenden Netzwiederaufbauregionen noch nicht benannt. Somit stehen auch die Anzahl und die konkreten Leistungsmerkmale der auszuschreibenden Schwarzstartanlagen noch nicht fest. Standardprozesse und Werkzeuge zur Vorbereitung und Durchführung der Ausschreibungen der Systemdienstleistung Schwarzstartfähigkeit liegen ebenfalls noch nicht vor.

3.5.3 Spannungshaltung

Die von den ÜNB installierten bzw. noch zu installierenden Betriebsmittel zur Spannungshaltung leisten grundsätzlich den wesentlichen Beitrag zur Spannungshaltung, insbesondere in der ersten Phase des Netzwiederaufbaus. Für einige Anlagen ist jedoch unklar, ob sie bereits für einen Betrieb in Netzen mit sehr geringer Kurzschlussleistung ausgelegt sind. Auch für ältere HGÜ-Konverteranlagen sind **ggf. vorhandene Defizite aufzuzeigen**.

Weiterhin beschränken die TAR (vgl. Abschnitt 3.5.1) die Nutzung der verfügbaren Anlagenelemente von DEA, Batteriespeicher, etc., indem die Bereitstellung von Blindleistung im Normalbetrieb begrenzt ist. Diese Begrenzung kann im Netz- und Versorgungswiederaufbau zu **Verzögerungen bei der Rückkehr zum Normalbetrieb oder im Extremfall gar zu gefährdeten Netzsituationen** aufgrund unzureichender Handlungsmöglichkeiten der Netzbetreiber führen.

3.5.4 Frequenzhaltung

Die aktuellen TAR schreiben keine technische Umsetzung zur grundsätzlichen Erbringung von aFRR bzw. FCR vor. Anlagenhersteller und **Anlagenbetreiber implementieren dies nur, sofern Sie hierfür eine Teilnahme am Markt anstreben**. Mit dem Wandel in der Erzeugungsstruktur ist davon auszugehen, dass zukünftig auch immer mehr kleine und mittlere Anlagen hierzu am Energiemarkt teilnehmen und technisch dahingehend umgerüstet werden. Sollte dies aber **nicht in ausreichendem Maße und mit einer möglichst guten Verteilung über das gesamtdeutsche Netzgebiet erfolgen, sind Maßnahmen gemäß Abschnitt 3.5.1 zu ergreifen**.

Die Einschränkung auf Anlagen ab der Umspannebene HS/MS oder höher ergibt sich aus den Anforderungen an eine schwarzfallfeste bzw. zumindest schwarzfallrobuste Kommunikationsanbindung der Anlagen zur Aktivierung der Regelleistungsarten.

HGÜ-Verbindungen in asynchrone Netzgebiete (z. B. Großbritannien, Skandinavien) wären grundsätzlich in der Lage frequenzstützend zu wirken, sofern die implementierte Anlagenregelung einerseits und die Vereinbarung mit den verbundenen ausländischen ÜNB andererseits eine solche Nutzung zulassen. Neben diesen vorab zu klärenden Punkten kann eine solche Funktion im Bedarfsfall jedoch **nur genutzt werden, wenn der Systemzustand des Partners eine solche Belastung zu diesem Zeitpunkt zulässt**. Es ist somit von einer reduzierten Verfügbarkeit auszugehen und stellt nur einen zusätzlichen Freiheitsgrad dar, der im Bedarfsfall bilateral mit dem Partner abzustimmen ist.

3.5.5 Momentanreserve und Kurzschlussleistung

Beide Themengebiete, die Momentanreserve und der Kurzschlussstrombeitrag, befinden sich aktuell in der Betrachtung ausgehend vom Normalbetrieb hin zum Übergang in den gestörten Netzbetrieb bzw. zur Beherrschung von Störereignissen. Die Anforderungen, die sich aus dem Netzwiederaufbau ergeben, in dem kein übergreifendes Verbundnetz vorliegt, sind nicht im

Fokus. Jedoch ergeben sich insbesondere hieraus essentielle Anforderungen an die Verteilung dieser Systemeigenschaften und die ausreichende Verfügbarkeit auch in kleinen Netzeinseln. **Die TAR aller Netzanschlussebenen bilden diese nicht ausreichend ab.**

4 Umsetzungsplan und Handlungsfelder

In diesem Kapitel werden konkrete Handlungsempfehlungen definiert, um die in der GAP-Analyse ermittelten Abweichungen vom Zielbild des Netzwiederaufbaus 2030 überwinden zu können.

Neben Maßnahmen im Netz sowie innerhalb der Organisation der ÜNB betrifft dies insbesondere die VNB. Darüber hinaus sind die TAR und andere technische Regelwerke zu erweitern bzw. anzupassen aber auch der regulatorische Rahmen zu adaptieren.

4.1 Allgemeine Aspekte

Die **Methodik des Rumpfnetzes muss von den ÜNB in einen Regelprozess überführt werden**, der zyklisch bzw. Ereignis gesteuert zur Anwendung kommt und als Ergebnis das jeweils für den Betrachtungszeitraum gültige Rumpfnetz ausgibt. Eine Umsetzung ist seitens der ÜNB bis 2024 angestrebt, um basierend auf den Ergebnissen die erste Ausschreibungsrunde der Beschaffung der Systemdienstleistung Schwarzstartfähigkeit gemäß den Fristen des Beschaffungskonzeptes starten zu können. Zusätzlich sind **neue Prozesse zur Überführung der Ergebnisse der Rumpfnetzermittlung und die daraus resultierenden Anpassungen an der nationalen Netzwiederaufbaustrategie der vier deutschen ÜNB umzusetzen und das operative Personal zu schulen**. Eine Neubestimmung des Rumpfnetzes erfolgt anschließend alle fünf Jahre bzw. bei wesentlichen Änderungen in der Struktur des Energiesystems.

Übergeordnet ist sicherzustellen, dass sich die Änderungen aufgrund der hohen Abhängigkeiten aber auch **Synergien in die NWAP im DACH-Raum** einfügen. Hierzu sind intensive Abstimmungen mit den benachbarten ÜNB, Austrian Power Grid, Vorarlberger Übertragungsnetz und Swissgrid, sowie den VNB TINETZ und Vorarlberg Netz erforderlich. Zusätzlich zu den vorgenannten Punkten entwickeln die vier deutschen ÜNB ihre NWAP auch an den Schnittstellen **zu den anderen benachbarten ÜNB** permanent weiter und **vertiefen die Zusammenarbeit und Koordination**. Hierzu laufen verschiedene Initiativen auf europäischer Ebene.

Aktuelle Konzepte und zukünftige Neuerungen werden – wie bereits etabliert – in **regelmäßigen Simulatortrainings** erprobt. Diese finden sowohl Regelzonen intern, auf nationaler als auch auf internationaler Ebene statt. Neben den theoretischen Untersuchungen in den Simulatortrainings müssen die **praktischen Übungen und Erprobungen in Betriebsversuchen ausgeweitet werden**. Da für die Durchführungen aufwendige Freischaltungen im Netz erforderlich sind, konkurrieren diese jedoch mit den zunehmenden Bautätigkeiten sowie den statt-

findenden Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten im Netz. Hierfür sind **zielorientierte Lösungen mit allen involvierten Partnern zu entwickeln, um die Durchführbarkeit zu gewährleisten**.

In gemeinsamen Gremien ist die Schnittstelle zwischen den Landes- und Bundesbehörden und den ÜNB weiter auszuarbeiten. Auszutauschende Informationen sind festzulegen, um die Kommunikation zur Lage im Netz, die Übermittlung von Anforderungen und Bedarfen z. B. des Katastrophenschutzes an die ÜNB sowie die Information zu Restriktionen und Notwendigkeiten auf Seiten der ÜNB zu verbessern. Darüber hinaus sind geeignete Schnittstellen und Kommunikationswege auszuarbeiten. Anschließend sind diese Punkte zu implementieren. Erst hierdurch sind eine effektive Lagebeurteilung, Kommunikation und die Einleitung von gezielten Gegenmaßnahmen möglich.

4.2 Sprach und Datenkommunikation

Zentrales Instrument zur Implementierung einer für den Netzwiederaufbau adäquaten schwarzfallfesten bzw. schwarzfallrobusten Sprach- und Datenkommunikation der Netzbetreiber ist der **Maßnahmenkatalog**. Dieser **definiert** nach Verabschiedung durch die Bundesnetzagentur sowohl die **Anforderungen an eine schwarzfallfeste bzw. schwarzfallrobuste Kommunikation, ggf. redundante Kommunikationswege als auch Umsetzungszeiträume für die einzelnen Akteure im Netzwiederaufbau**. Der Maßnahmenkatalog bildet alle eingangs im Zielbild (Kapitel 2.2) formulierten Forderungen ab. Die Maßnahmen sollten bei der Verabschiedung des Maßnahmenkataloges innerhalb von acht Jahren umgesetzt sein.

Weiter muss der VDE FNN beauftragt werden das Thema **schwarzfallfeste Kommunikation in die TAR mit aufzunehmen**. Diese werden anschließend von den Netzbetreibern in ihre technischen Anschlussbedingungen (TAB) überführt. Ziel muss sein, alle für den Netzwiederaufbau relevanten Neuanlagen von Inbetriebnahme an mit einer schwarzfallfesten Kommunikation auszustatten und über eine direkte Leitstellenkopplung zum Anschlussnetzbetreiber anzubinden. Außerdem sind seitens des Gesetzgebers **unter Einbezug betroffener Akteure Verordnungen zu erlassen, die eine Nachrüstung von für den Netzwiederaufbau relevanten Bestandanlagen ermöglichen**.

Es wird dabei mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht möglich sein, einen überwiegenden Anteil der kleinteiligen DEA über 72 h schwarzfallfest anzubinden. Daher ist eine **schwarzfallrobuste Kommunikationsstrategie** als probates Mittel zu werten, um **eine möglichst wirtschaftliche und resiliente Lösung bereitstellen** zu können. Bei dieser wird eine schwarzfallfeste Kommunikationsinfrastruktur aufseiten der Netzbetreiber durch ein definiertes Betriebsverhalten der DEA nach einem Schwarzfall ergänzt. Bei Spannungswiederkehr muss der

Zustand der Anlagen dementsprechend ersichtlich und ohne Schaltpersonal vor Ort aus der Ferne durch den Netzbetreiber zuschaltbar sein (siehe Kapitel 4.5.1). Anschließend müssen Sollwertvorgaben automatisch umgesetzt werden können.

Neue zur Verfügung stehenden **Technologien**, welche für die Kommunikation und als Rückfallebene für einen fehlenden Primärweg der Sprach- und Datenkommunikation genutzt werden können, sind **hinsichtlich ihrer Eignung zu bewerten und deren Einführung bei Bedarf rechtzeitig zu verfolgen**. Zu diesen zählt für die ÜNB unter anderem auch die 450 MHz-Frequenz. Hierdurch kann die Resilienz gegenüber schweren Betriebsstörungen weiter gesteigert werden.

Es muss auf allen Ebenen sichergestellt werden, dass die Kommunikationsschnittstellen, bzw. deren Schwarzfallfestigkeit auch regelmäßig gemäß den Anforderungen aus dem Testplan der vier deutschen ÜNB getestet werden.

Der Einsatz von dargebotsabhängigen DEA ist essentiell für den Netzwiederaufbauprozess. Da jedoch Erzeugungsparks mit mehreren Anlagenbetreibern existieren, muss die Steuerbarkeit des gesamten Erzeugungsparks zentral und ohne Abstimmungsbedarf mit allen Anlagenbetreibern erfolgen.

4.3 Rollen- und Rollenveränderung

4.3.1 ÜNB

Nach dem durch die ÜNB abgeschlossenen Netzwiederaufbau folgt der Versorgungswiederaufbau. Für den Wiederversorgungsgrad der Endkunden bedarf es einer gesetzlichen Vorgabe, die der ÜNB aus eigener Kraft erreichen soll.

Darüber hinaus muss der ÜNB den Rückgang der verfügbaren Regelleistung im Übertragungsnetz kompensieren und nach Alternativen suchen, um seine Handlungsfähigkeit im Netzwiederaufbau aufrecht zu erhalten. Alternativen könnten in der **Einbindung und Steuerung innovativer Betriebsmittel**, wie beispielsweise HGÜ, FACTs, STATCOM, bnBm oder Netzbooster, liegen sowie in einer noch intensivierten Nachbarschaftshilfe zwischen den deutschen ÜNB.

Für das Gelingen des Netzwiederaufbaus wird auf allen Ebenen sowie speziell **zwischen Stromnetzbetreibern** (horizontal wie vertikal) eine Intensivierung des **Informationsaustausches** stattfinden müssen. Dadurch soll ein möglichst exakter Kenntnisstand aller verfügbarer Erzeugungspotentiale für den Netzwiederaufbau bei den ÜNB erstellt werden.

4.3.2 VNB

Für den VNB ist im Rahmen der GAP-Analyse eine Vielzahl an Handlungsbedarfen identifiziert worden. Speziell die große Anzahl an zu steuernden Akteuren (Lasten, DEA) stellt den VNB vor große Herausforderungen.

Die Rolle der VNB beim Netzwiederaufbau wird durch diese – ehemals passiven, nun aktiven – Akteure maßgeblich beeinflusst und muss hinsichtlich der gezielten Steuerung der Vielzahl an neuen Akteuren im Verteilnetz **mittels regulatorischer Vorgaben gestärkt werden**.

Ergänzend muss der VNB Konzepte entwickeln, um eine Vielzahl kleinerer EZA und Speicher aus dem Verteilnetz „**als große leistungsstarke Anlage**“ im Netzwiederaufbau nutzen zu können und dies auch zur **Erbringung von Systemdienstleistungen** heranzuziehen. Die Konzepte müssen mit dem ÜNB abgestimmt werden, um eine ineinandergreifenden Netzwiederaufbau zu gewährleisten, welcher darauf abzielt, die Endkunden schnellstmöglich wieder versorgen zu können.

Um das Mitwirken aller EZA zur Sicherstellung des Netzwiederaufbaus zu erzielen, ist die **Klärung der Verantwortlichkeiten** durch politische und regulatorische Vorgaben sinnvoll. Die ER VO legt hierbei bereits den Grundstein, in dem unter anderem festgelegt wird, dass ÜNB eine Maßnahmenliste mit für den Netzwiederaufbau notwendigen vorbereitenden Schritten erarbeiten und an relevante Akteure, und somit auch insbesondere VNB, senden müssen. VNB müssen diese Maßnahmen entsprechend umsetzen. In Zukunft wird es zusätzlich auch notwendig sein, alle für den Netzwiederaufbau notwendigen EZA, die vorrangig bei VNB angeschlossen sein werden, zur **Mitwirkungspflicht in regulatorischen Vorgaben** mit zu erfassen. Schnelle Umsetzungen sind im Hinblick auf den raschen Wandel im deutschen Energiesystem von enormer Wichtigkeit.

4.4 Wirkleistungsmanagement

4.4.1 Gesicherte Wirkleistungseinspeisung

Eine **Konkretisierung der Bedarfe an gesicherter Erzeugungsleistung für den Netzwiederaufbau**, die sich aus dem Rumpfnetz sowie der im Rahmen der marktlichen Beschaffung der Systemdienstleistung Schwarzstart ausgewiesenen Schwarzstartregionen ergeben, ist bis zum Jahr 2025 notwendig. Aufgrund des fortschreitenden Kohleausstiegs ist anschließend schnellstmöglich dazu ein **Anreizschema** zu entwickeln, über das nach erfolgreicher Bedarfsermittlung der Bau der entsprechenden Erzeugungsanlagen erreicht wird.

4.4.2 Gesicherte Last

Die bisher unzureichenden Vorgaben und Anforderungen zur Steuerung der DEA in den technischen Anschlussregeln werden durch die **Inkraftsetzung des Maßnahmenkatalogs** schnellstmöglich geschlossen. Können die VNB trotz der Maßnahmen keine gesicherten Lasten in urbanen und industriellen Gebieten zur Verfügung stellen, sind weitere Maßnahmen, bspw. die Wirkleistungseinspeisung nach Spannungswiederkehr erst nach Freigabesignal auch für Anlagen kleiner 135 kW in dafür ausgewählten Netzen umzusetzen.

4.4.3 Horizontaler Austausch zwischen ÜNB

Durch eine zukünftige **sukzessive Anwendung des Planungswerkzeugs Rumpfnetz** werden die topologischen Voraussetzung zum Austausch elektrischer Energie weiter verbessert. Die **Einführung eines Werkzeugs für das Fahrplanmanagement** zur Abstimmung von Bedarfen und Potentialen im Netz- und Versorgungswiederaufbau erfolgt anschließend.

4.4.4 Vertikaler Austausch Richtung VNB

Die VNB er- und überarbeiten ihre technischen Konzepte, um eine **gezielte Bereitstellung von DEA und Lasten** zu ermöglichen und treffen entsprechende organisatorische Absprachen mit den überlagerten Netzbetreibern. Von den VNB sind **Werkzeuge zur Aggregation, Planung, Prognose und Steuerung von Erzeugungs- und Lastpotentialen** zu implementieren. Die jeweils vorgelagerten Netzbetreiber entwickeln **Werkzeuge für die Ermittlung von Austauschbändern**, in denen die nachgelagerten VNB ihren Netz- und Versorgungswiederaufbau möglichst selbstständig durchführen können. Der dafür notwendige Datenaustausch über Schnittstellen und die organisatorischen Absprachen werden parallel zwischen ÜNB und VNB durchgeführt. Die Anforderungen zur Steuerung der DEA gemäß Maßnahmenkatalog werden umgesetzt.

4.4.5 Versorgungswiederaufbau

Von den Behörden ist eine **regulatorische Zielvorgabe** zu erarbeiten, bis zu welchem Prozentanteil die Lastdeckung im Versorgungswiederaufbau sichergestellt werden soll. Je nach Höhe der regulatorischen Zielvorgabe sind **EZA mit gesicherter Primärenergieversorgung zu installieren**. Je nach Dauer der Energiemangelsituation bzw. der Dauer der Nichtverfügbarkeit von Energieimporten aus dem benachbarten Ausland verzögert sich die Erreichung der Vollversorgung. Die **VNB erarbeiteten Notfallpläne** und führen gemäß dieser rotierende Lastabschaltungen durch. Hierbei ist durch die VNB sichergestellt, dass keine negativen Rückwirkungen auf das Gesamtsystem entstehen.

4.5 Anlageneigenschaften und Systemdienstleistungen

Die Führung von Inselnetzen im Netzwiederaufbau unterscheidet sich fundamental vom Betrieb im Verbundnetz. Jedoch müssen auch im Netzwiederaufbau ein adäquates Anlagenverhalten vorliegen und die Systemdienstleistungen bereitgestellt werden, die auch im Verbundbetrieb zur Verfügung stehen

4.5.1 Vorgaben der technischen Anschlussregeln

Das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (VDE FNN) ist mit der **Überarbeitung der TAR zu beauftragen**, sodass die darin festgehaltenen Anforderungen auch für den Netz- und Versorgungswiederaufbau geeignete Regelungen enthalten. Insbesondere das Verhalten von EZA und Verbrauchsanlagen nach Spannungswiederkehr in Inselnetzen sowie die Anforderungen an die Sprach- und Datenkommunikation gemäß Abschnitt 2.2 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** müssen hierbei im Fokus stehen. Eine uneingeschränkte Betriebsbereitschaft auch noch längeren Ausfallzeiten, die kontrollierte Wiederschaltung als auch die arbeitspunktgenaue Leistungsregelung sind umzusetzen. Durch dieses Vorgehen kann ein **Konsens über die verschiedenen Stakeholder** erreicht werden.

4.5.2 Schwarzstartfähigkeit

Aktuell läuft der Prozess zur Festlegung des Beschaffungsverfahrens der Systemdienstleistung Schwarzstart. Sobald eine Festlegung durch die BNetzA erfolgt ist, können die ÜNB mit der Detailanalyse der umzusetzenden Prozesse und Verfahren starten.

Darüber hinaus müssen die ÜNB zur Vorbereitung der Ausschreibung der Systemdienstleistung Schwarzstartfähigkeit entsprechende **Netzwiederaufbauregionen benennen** und die Anzahl und Leistungsmerkmale der auszuschreibenden Schwarzstartanlagen festlegen. Die Dimensionierung der **Wirk- und Blindleistungsbereitstellung sowie die erforderliche Vorhaltemenge an Primärenergie hängen maßgeblich vom Erzeugungsportfolio der betreffenden Netzwiederaufbauregion ab.** Hierfür sind auch die Ergebnisse aus der Ermittlung des Rumpfnetzes heranzuziehen. Diese Prozesse sind für jede Ausschreibungsperiode erneut durchzuführen und daher in Standardprozesse zu überführen.

Zusätzlich sind für die Ausschreibung die erforderlichen Werkzeuge zur Platzierung, Erfassung der Angebote und Auswertung der eingegangenen Angebote umzusetzen.

4.5.3 Spannungshaltung

Ältere Anlagen der ÜNB, z. B. STATCOM, rPSA oder HGÜ-Konverteranlagen, die nicht für einen Betrieb in kleinen Netzen mit sehr geringer Kurzschlussleistung ausgelegt sind, sind durch den jeweiligen ÜNB zu prüfen, ob eine Nachrüstung der Anlagen grundsätzlich möglich ist. Ist

dies aus technischen aber auch so wirtschaftlichen Gesichtspunkten gegeben, wäre eine **Nachrüstung durch den ÜNB anzustreben, sofern dafür auch die regulatorische Anerkennung für die zu tätigenden Investitionen vorliegt**. Hierfür müssen die ÜNB und die BNetzA in Vorfeld klären, ob bzw. unter welchen Randbedingungen eine entsprechende Anpassung der Anlagen im Sinne der Systemsicherheit anerkennungsfähig ist.

Die TAR sind wie bereits in Abschnitt 4.5.1 dargelegt hinsichtlich der Begrenzungen bei der Bereitstellung von Blindleistung anzupassen, damit insbesondere auch die verteilten dezentralen Erzeugungsanlagen einen positiven Beitrag zur Spannungshaltung während des Netz- und Versorgungswiederaufbaus leisten.

4.5.4 Frequenzhaltung

Sollten wie unter Abschnitt 3.5.4 beschrieben Anlagen der unteren Spannungsebenen nicht in ausreichendem Maße und mit einer möglichst guten Verteilung über das gesamtdeutsche Netzgebiet marktlich getrieben für eine Teilnahme an aFRR und FCR qualifizieren, wird eine Anpassung und somit Verpflichtung aller Anlagen ab der Umspannebene HS/MS oder höher über die betreffenden TAR erforderlich werden.

Darüber hinaus beziehen die deutschen ÜNB auch zukünftig die HGÜ-Verbindungen in asynchrone Netzgebiete (z. B. Großbritannien, Skandinavien) in die Konzepte zur Frequenzhaltung im Netz- und Versorgungswiederaufbau ein und schaffen wo erforderlich konkretisierende vertragliche Regelungen. Es wird aber nochmals klargestellt, dass eine solche Funktion im Bedarfsfall nur genutzt werden kann, wenn der Systemzustand des Partners eine solche Belastung zu diesem Zeitpunkt zulässt. Es ist somit von einer reduzierten Verfügbarkeit auszugehen und stellt somit lediglich einen zusätzlichen Freiheitsgrad dar. Dieser ist im Bedarfsfall bilateral mit dem Partner abzustimmen.

4.5.5 Momentanreserve und Kurzschlussleistung

Auch zum Schließen dieser Lücke stellt eine **Anpassung der TAR ein adäquates Mittel** dar und ist anzugehen. Hierbei sind Synergien hinsichtlich der Betrachtungen und Anforderungen ausgehend vom Normalbetrieb zu berücksichtigen.

5 Zuständigkeitsübersicht der Anpassungsbedarfe

X = hauptverantwortlich; O = Mitwirkungspflicht

Anpassungsbedarf	ÜNB	VNB	EZA	VDE FNN	Gesetzgeber	Regulator
4.1 – Implementierung der Methodik „Rumpfnetz“	X					
4.1 – Koordinierung mit benachbarten ÜNB	X					
4.1 – Ausweitung der Betriebsversuche	X	O	O			
4.1 – Ausarbeitung und Etablierung der Schnittstelle zwischen ÜNB und Behörden in der Krisenkommunikation	O				O	X
4.2 – Festlegung des Maßnahmenkatalogs zum Netzwiederaufbauplan						X
4.2 – Umsetzung der Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs	X	X	X			
4.2 – Aufnahme von Regelungen zur schwarzfallfesten bzw. schwarzfallrobusten Kommunikation in die TAR	O	O	O	X		
4.3.1 – Einbindung neuer Betriebsmittel in den Netzwiederaufbau	X					
4.3.2 - Regulatorische Vorgaben zur Stärkung der Rolle des VNB zur Sicherstellung der Steuerbarkeit von Anlagen im Netzwiederaufbau	O	O				X
4.3.2 – Entwicklung von Konzepten und Werkzeugen zur Einbindung einer Vielzahl kleiner EZA in den Netzwiederaufbau	O	X				
4.4.1 – Konkretisierung der gesicherten Erzeugungsleistung	X					
4.4.1 – Schaffung von Anreizsystemen zur Sicherstellung der gesicherten Wirkleistungseinspeisung	O				O	X
4.4.2 – Entwicklung von Konzepten zur gesicherten Bereitstellung von Last	O	X				
4.4.3 – Einführung von Werkzeugen zum Fahrplanmanagement im Netzwiederaufbau	X		O			
4.4.4 – Einführung von Werkzeugen zur Ermittlung und Vorgabe von Austauschbändern zwischen ÜNB und VNB	X	O	O			

Anpassungsbedarf	ÜNB	VNB	EZA	VDE FNN	Gesetzgeber	Regulator
4.4.4 – Einführung von Werkzeugen und Prozessen Prognose, Aggregation, Planung und Steuerung von Last und Erzeugung im Verteilnetz	O	X				
4.4.5 – Regulatorische Vorgabe zur Lastdeckung im Versorgungswiederaufbau aus eigener Kraft	O				X	O
4.4.5 – Beschaffung der erforderlichen EZA inkl. Primärenergievorhalten zur Lastdeckung im Versorgungswiederaufbau gemäß regulatorischer Vorgabe	X		O			O
4.4.5 – Erstellung von Notfallplänen für die rollierende Lastabschaltung		X				
4.5.1 – Überarbeitung der technischen Anschlussregeln (TAR) zur adäquaten Berücksichtigung der Anforderungen aus dem Netzwiederaufbau	O	O	O	X		
4.5.2 – Benennung der Netzwiederaufbauregionen und Ermittlung der Anforderungen an Schwarzstartanlagen	X					
4.5.2 – Ermittlung des Nachrüstbedarfs bei ÜNB-eigenen Betriebsmitteln zur Spannungshaltung beim Netzwiederaufbau	X					
4.5.2 – Klärung der regulatorischen Anerkennung zur Nachrüstung von ÜNB-eigenen Betriebsmitteln	O					X
4.5.2 – Nachrüstung der ÜNB-eigenen Betriebsmittel	X					
4.5.3 – Weiterentwicklung der vertraglichen Regelungen mit asynchron verbundenen ÜNB zur Frequenzstützung im Netzwiederaufbau	X					
4.5.4 – Überarbeitung der technischen Anschlussregeln (TAR) zur Bereitstellung von Momentanreserve und Kurzschlussleistung	O	O	O	X		