

	VDE-AR-N 4140	VDE
	Dies ist eine VDE-Anwendungsregel im Sinne von VDE 0022 unter gleichzeitiger Einhaltung des in der VDE-AR-N 100 (VDE-AR-N 4000) beschriebenen Verfahrens. Sie ist nach der Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	FNN

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.

ICS 29.240.01

Einsprüche bis 2024-05-08

Vorgesehen als Ersatz für
VDE-AR-N 4140:2017-02

Entwurf

Kaskadierung von Maßnahmen für die Systemsicherheit von elektrischen Energieversorgungsnetzen

Cascading of measures for the system security of electrical energy supply networks

Mise en cascade des mesures de sécurité du système des réseaux électriques

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf für eine VDE-Anwendungsregel mit Erscheinungsdatum 2024-03-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des VDE-Verlags unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnn@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.vde.com/fnn-stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN), Bismarckstr. 33, 10625 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf für eine VDE-Anwendungsregel jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 42 Seiten

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser VDE-Anwendungsregel ist

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Abkürzungen	10
4 Grundsätze und Akteure.....	10
4.1 Grundsätze der Systemverantwortung	10
4.2 Grundsätze und Anwendung des Kaskadenprinzips	11
4.2.1 Grundsätze des Kaskadenprinzips und Mitwirkungspflichten	11
4.2.2 Aufgaben der an der Kaskade beteiligten Netzbetreiber	13
4.3 Anpassungen zur Aufrechterhaltung der Systemsicherheit	14
4.3.1 Szenarien der operativen Kaskadierung	14
4.3.2 Anpassungen zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systembilanz	14
4.3.3 Anpassungen zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Netzsicherheit	15
4.4 Maßnahmen zur Umsetzung von Gesamtprozess	15
4.5 Zeitvorgaben für die Umsetzung von Maßnahmen	17
4.6 Umgang mit Erfüllungshemmnissen.....	18
4.7 Rückmeldung über die Umsetzung von Maßnahmen	19
5 Kaskadierende Maßnahmen im operativen Netzbetrieb	19
5.1 Erkennen von Gefährdungen und Störungen	19
5.2 Durchführung von Maßnahmen im Rahmen der operativen Kaskade	20
5.2.1 Allgemeine Hinweise zur Durchführung von Maßnahmen	20
5.2.2 Ablauf der operativen Kaskade zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systembilanz	21
5.2.3 Ablauf der operativen Kaskade zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Netzsicherheit.....	23
5.3 Vorrang der eigenen Netzsicherheit.....	25
5.4 Abgrenzung zu automatisch wirkenden Leistungseingriffen	26
6 Informationsaustausch und die dafür notwendige Kommunikationstechnik	26
6.1 Informationsaustausch	26
6.1.1 Allgemeines zum Informationsaustausch.....	26
6.1.2 Aufteilungsschlüssel	26
6.1.3 Informationsaustausch vor einer operativen Kaskade	28

6.1.4	Datenumfang für die Durchführung der Maßnahmen	28
6.1.5	Externe Kommunikation	29
6.1.6	Krisen-Kommunikation	29
6.2	Kommunikationstechnik	29
6.2.1	Automatisierungsgrad der Kommunikation	29
6.2.2	Datenwege	30
6.2.3	Datenformate.....	30
7	Kommunikationstest und Trainings der operativen Kaskade.....	30
7.1	Allgemeines zu Kommunikationstests und Trainings.....	30
7.2	Anforderungen an Kommunikationstest bei automatisierter Verarbeitung von Nachrichten	30
8	Anforderungen an die Dokumentation	31
Anhang A (informativ) Beispiele für netz- und marktbezogene Maßnahmen zur Sicherstellung der Systemsicherheit.....		32
A.1	Hinweise zu den Beispielen	32
A.2	Erläuterung der Maßnahmen	32
A.2.1	Topologiemassnahmen	32
A.2.2	Ausnutzung betrieblich zulässiger Toleranzbänder (Spannung, Strom).....	32
A.2.3	Einsatz von Regelenergie	32
A.2.4	Vertraglich vereinbarte zu- und abschaltbare Lasten	32
A.2.5	Mobilisierung zusätzlicher Reserven durch den Übertragungsnetzbetreiber	33
A.2.6	Countertrading.....	33
A.2.7	Redispatch	33
Anhang B (informativ) Wirksamkeit von Maßnahmen		34
B.1	Allgemeines	34
B.2	Sensitivitätsanalyse.....	34
B.3	Verfahrensbeschreibung „Erweiterte Sensitivität“	34
Anhang C (informativ) Formulare		36
C.1	Formulare für Ankündigung, Anforderung und Aufhebung	36
Anhang D (normativ) Automatisierter Kommunikationsprozess.....		40
Literaturhinweise		42
 Bilder		
Bild 1 – Bestandteile der Systemsicherheit.....		10
Bild 2 – Hierarchieebenen in der Kaskade		12
Bild 3 – Rollenübersicht am Beispiel für drei Netzbetreiber		13
Bild 4 – Szenarien für die Anwendung der operativen Kaskade		14
Bild 5 – Beispiel für die Maßnahmen eines Gesamtprozesses.....		16
Bild 6 – Gesamtkaskadenzeit und Kaskadenstufenzeit für eine n-stufige Kaskade		18
Bild 7 – Kurzbeschreibung des Schwellwertsystems		20
Bild 8 – Ablaufdiagramm für die operative Kaskade bei Gefährdung oder Störung der Systembilanz am Beispiel für drei Kaskadenebenen		23

E VDE-AR-N 4140:2024-04

Bild 9 – Ablaufdiagramm für die operative Kaskade bei Gefährdung oder Störung der Netzsicherheit
am Beispiel für drei Kaskadenebenen..... 25

Bild B.1 – Beispielhafte Verfahrensdarstellung „Erweiterte Sensitivität“ 35

Tabellen

Tabelle 1 – Aufgaben der an der Kaskade beteiligten Netzbetreiber 13

Tabelle 2 – Parameter zum Erkennen von Gefährdungen und Störungen der Netz- und
Systemsicherheit 19

Tabelle A.1 – Beispiele für netz- und marktbezogene Maßnahmen 32

Tabelle C.1 – Beschreibung der möglichen Inhalte der Formularfelder 36

Tabelle D.1 – Übertragung Ankündigung, Anforderung und Aufhebung 40

Tabelle D.2 – Fristen für die Übertragung Ankündigung, Anforderung und Aufhebung 41

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) erarbeitet und wird der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorgelegt.

Für diesen Entwurf einer VDE-Anwendungsregel ist die vom Lenkungskreis Systemfragen und Netzcodes gegründete Projektgruppe „Kaskade“ des Forums Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) zuständig.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrecht berühren können. VDE ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Dieser Entwurf einer VDE-Anwendungsregel beschreibt den Stand der Technik zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung. Trotz besonderer Sorgfalt bei der Verfassung der VDE-Anwendungsregel wird eine Haftung des VDE und der Autoren für Gesundheits- und Sachschäden, die durch die Anwendung entstehen könnten, ausgeschlossen. Die Anwender sind aufgerufen, Angaben regelmäßig auf Aktualität zu überprüfen.

Änderungen

Gegenüber VDE-AR-N 4140:2017-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung der Rollendefinition an Redispatch 2.0;
- b) Ergänzung der herkömmlichen Kommunikationsmethode um automatisierte Kommunikation mit der Definition von Grundlagen für automatisierte Verarbeitung von Nachrichten;
- c) Tausch der Abschnitte 5 und 6;
- d) Aktualisierung des Abschnitts 5 „Kaskadierende Maßnahmen im operativen Netzbetrieb“;
- e) Aktualisierung des Abschnitts 6 „Informationsaustausch und die dafür notwendige Kommunikationstechnik“;
- f) Verpflichtung zur automatisierten Verarbeitung von Nachrichten zwischen ÜNB und VNB mit Anschluss am Übertragungsnetz 2 Jahre nach Veröffentlichung eines Branchenformats;
- g) Implementierung der kaskadierten Maßnahme bei Spannungsrückgang;
- h) neue Systematik für die Bildung der Aufteilungsschlüssel Last und Erzeugung sowie Integration in den Normtext (informativer Anhang wurde ersetzt);
- i) Ergänzung um Krisen-Kommunikation;
- j) Streichung des Abschnitts 6.5 „Überlagerung von Maßnahmen unterschiedlicher Netzebenen bzw. unterschiedlicher Netzbetreiber“;
- k) Reduzierung der Szenarien-Beschreibungen auf zwei Szenarien sowie Beschreibung durch Ablaufdiagramme statt Tabellen;
- l) Reduzierung auf drei Formulartypen durch Verzicht auf das Formular „Teilfreigabe“.

Einleitung

Diese VDE-Anwendungsregel legt das Zusammenwirken von Netzbetreibern innerhalb der Kaskade für manuelle Letztmaßnahmen zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systemsicherheit fest und beschreibt grundlegende prozessuale Abläufe sowie Anforderungen an die Kommunikation.

Die §§ 13 und 14 des EnWG verpflichten ÜNB und VNB im Rahmen ihrer Systemverantwortung, Gefährdungen oder Störungen der Sicherheit oder Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems zu beseitigen. Dabei sind die Netzbetreiber berechtigt und verpflichtet, sämtliche Stromerzeugung, Stromtransite und Strombezüge Erfordernissen eines sicheren und zuverlässigen Betriebs des Systems anzupassen oder diese Anpassung zu verlangen.

Wenn die Maßnahmen eines Netzbetreibers nicht ausreichen, um kritische Netz- und Systemsituationen beseitigen zu können, kann dieser weitere Maßnahmen bei nachgelagerten Netzbetreibern anfordern. Die nachgelagerten Netzbetreiber ihrerseits sind verpflichtet, die angeforderten Maßnahmen umzusetzen und mit eigenen Maßnahmen zu unterstützen.

Ein sicheres und verlässliches Funktionieren der Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern ist eine grundlegende Voraussetzung für die Aufrechterhaltung eines sicheren und zuverlässigen Betriebs des elektrischen Energiesystems.

Da manuell ausgelöste Letztmaßnahmen schnell über mehrere Kaskadenstufen und einer großen Anzahl beteiligter Netzbetreiber umgesetzt werden müssen, schafft diese VDE-Anwendungsregel Grundlagen für die automatisierte Verarbeitung von Nachrichten.

1 Anwendungsbereich

Diese VDE-Anwendungsregel beschreibt die Zusammenarbeit von Netzbetreibern bei manuellen Letztmaßnahmen in Situationen nach § 13 (2) EnWG zur Aufrechterhaltung der Systemsicherheit in Netzen der allgemeinen Versorgung (Strom) und den damit verbundenen geschlossenen Verteilungsnetzen.

Hierbei werden sowohl die technische Umsetzung beim Netzbetreiber als auch die Schnittstellen zwischen verschiedenen Netzen sowie technische Rahmenbedingungen in Bezug auf Kommunikationsmittel zwischen Netzbetreibern beschrieben.

Nur Netze, die nicht mit dem Netz der allgemeinen Versorgung verbunden sind, sind von den Regelungen dieser VDE-Anwendungsregel ausgenommen.

Automatische Letztmaßnahmen werden in VDE-AR-N 4142 beschrieben.

Ergänzend werden rechtliche und netzwirtschaftliche Grundlagen im „Leitfaden für die Zusammenarbeit der Stromnetzbetreiber im Rahmen der Kaskade“ [2] erläutert.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

VDE-AR-N 4141-1:2019-01, *Technische Regeln für den Betrieb und die Planung von elektrischen Netzen – Teil 1: Schnittstelle Übertragungs- und Verteilnetze*

VDE-AR-N 4141-2:2022-09, *Technische Regeln für den Betrieb und die Planung von elektrischen Netzen – Teil 2: Schnittstellen zwischen Verteilnetzen*

VDE-AR-N 4142:2020-04, *Automatische Letztmaßnahmen zur Vermeidung von Systemzusammenbrüchen*

VDE-AR-N 4143-1:2022-03, *Sicherheit in der Stromversorgung – Teil 1: Krisenmanagement des Netzbetreiber*

DIN EN ISO/IEC 27001:2024-01, *Informationssicherheit, Cybersicherheit und Datenschutz – Informations-sicherheitsmanagementsysteme – Anforderungen (ISO/IEC 27001:2022); Deutsche Fassung EN ISO/IEC 27001:2023*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1.1

Abschaltgruppe

Entnahmestellen bei einem Netzbetreiber, die bei einer Maßnahme gemeinsam herangezogen werden

3.1.2

Anfordernder Netzbetreiber

Netzbetreiber, der einen Netzengpass in seinem Netzgebiet bzw. als ÜNB eine Systembilanzstörung identifiziert und Maßnahmen initiiert

3.1.3

Anweisender Netzbetreiber

Netzbetreiber, der Maßnahmen zur Leistungsanpassung bei direkt angeschlossenen Netzkunden vornimmt

3.1.4

Aufteilungsschlüssel

Systematik zur anteiligen Beteiligung von Netzbetreibern und Netzkunden an notwendigen Maßnahmen zur Systemsicherheit anhand von Verteilungsfaktoren

3.1.5

automatische Letztmaßnahmen

über automatisch agierende Abschaltvorrichtungen eines Netzbetreibers ausgelöste Maßnahme zur Anpassung von Lasten oder Einspeiseleistungen

Anmerkung zum Begriff: Der Unterfrequenzlastabwurf (UFLA) ist ein Beispiel für eine automatische Letztmaßnahme.

3.1.6

Bilanzkreis

virtuelles Energiemengenkonto in einer Regelzone, das den Strommarkt mit dem physikalischen Energiefluss in den Stromnetzen verknüpft und zur Saldierung von Energiemengen dient

3.1.7

Einspeiseranking

Reihenfolge, in der Erzeugungsanlagen in Abhängigkeit von den jeweiligen Erzeugungstechnologien und ggf. den jeweils eingesetzten Energieträgern in ihrer Erzeugungsleistung angepasst werden

3.1.8

Empfangsbestätigung

Nachweis für den Eingang einer Nachricht

3.1.9

Erfüllungshemmnis

technisch bedingte Unmöglichkeit der vollständigen oder teilweisen Umsetzung einer angeforderten Maßnahme durch den Netzbetreiber zum angeforderten Zeitpunkt

3.1.10

Gesamtkaskadenzeit

Zeit von der Anforderung der Durchführung einer Maßnahme durch den auslösenden Netzbetreiber bis zur Umsetzung über alle Ebenen einer operativen Kaskade

3.1.11

Gesamtprozess (Kaskade)

Prozess zur Behebung einer Gefährdung oder Störung der Systemsicherheit, der aus mehreren Maßnahmen (z. B. Anforderung, Aufhebung) und bei mehreren Netzbetreibern durchgeführt wird

Anmerkung zum Begriff: Der Gesamtprozess der Kaskade endet, wenn sämtliche Maßnahmen zurückgenommen sind.

3.1.12

Informations- und Kommunikationstechnik IKT

alle elektronischen Medien zur Erfassung, Verarbeitung, Nutzung und Speicherung von Informationen sowie zur Ermöglichung von Kommunikation, u. a. die Sprach- und Datenkommunikation zwischen Netzleitstellen und zum Betriebspersonal, zur Beobachtung und Steuerung von Betriebsmitteln sowie für damit verbundenen verschiedenen Dienstleistungen und Anwendungen

[QUELLE: VDE-AR-N 4141-2:2022-09]

3.1.13

Kaskade

strukturiertes Zusammenwirken von Netzbetreibern mit nachgelagerten Netzbetreibern bei Gefährdungen oder Störungen der Systemsicherheit

3.1.14

Kaskadenstufe

Hierarchieebene in der Kaskade

3.1.15

Kaskadenstufenzeit

Zeit vom Erhalt einer Anforderung zur Durchführung einer Maßnahme bis zur Umsetzung im eigenen Netzbereich

3.1.16

Kaskadierender Netzbetreiber

Netzbetreiber, der nachgelagerte Netzbetreiber zur Durchführung von manuellen Letztmaßnahmen anfordert

3.1.17

Lastabschaltungen

gezielte Abschaltung von Verbrauchern, um die Systemsicherheit sicherzustellen oder wiederherzustellen

3.1.18

manuelle Letztmaßnahme

über das Personal der jeweiligen Netz- und Systemführung eines Netzbetreibers (manuell) bewusst ausgelöste Maßnahme zur Anpassung von Lasten oder Einspeiseleistungen als letztmögliche steuerbare Reaktionsmöglichkeit, bevor ggf. automatisch agierende Abschaltvorrichtungen in den Netzen aktiviert werden

3.1.19

Minutenreserveleistungskordinator

Übertragungsnetzbetreiber, der innerhalb des Netzregelverbundes (NRV) zur gemeinsamen Leistungs-Frequenz-Regelung in Deutschland den Abruf der Minutenreserveleistung (MRL) und darüber hinaus den Einsatz notwendiger Zusatzmaßnahmen (z. B. Notreserve, Börsengeschäfte usw.) koordiniert. Im Rahmen der Kaskade stellt er regelzonenübergreifende Bilanzabweichungen fest und koordiniert die Gegenmaßnahmen mit den deutschen Übertragungsnetzbetreibern

3.1.20

Netzkunde

Betreiber von Erzeugungsanlagen, Speicheranlagen oder Verbrauchsanlagen

3.1.21

Netzsicherheit

Zustand des Netzes, bei dem die zulässigen Betriebsparameter wie zum Beispiel für Strom und Spannung eingehalten werden

3.1.22

Rückmeldung

Antwort auf eine Anforderung mit Bericht zum Umsetzungsstand oder Meldung eines Erfüllungshemmnisses

3.1.23

Sensitivitätsanalyse

Verfahren zur Ermittlung der Wirkungen von Last-/Erzeugungsänderungen auf die Belastung einzelner Netzelemente bzw. Netzknoten, das zur Auswahl der geeignetsten und effektivsten Maßnahmen für ein bestehendes Netzsicherheitsproblem dient

3.1.24

Systembilanz

Saldo der Leistungen von Erzeugung und Verbrauch unter Berücksichtigung des Austauschs mit anderen Regelzonen

3.1.25

Systemsicherheit

Zustand eines Netzes, bei dem die Systembilanz und die Netzsicherheit weder gefährdet noch gestört sind

3.1.26

Umsetzungszeit

Zeit für die Umsetzung von Maßnahmen im eigenen Netzbereich

3.1.27

Vorbereitungszeit

Zeit von der Prüfung und Feststellung einer Maßnahme (anfordernder Netzbetreiber) bzw. vom Erhalt einer Anforderung einer Maßnahme (ausführende Netzbetreiber) bis zur Weitergabe der Anforderung an den/die nachgelagerten Netzbetreiber

3.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

ATS	Aufteilungsschlüssel
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
UFLA	Unterfrequenzabhängiger Lastabwurf
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VNB	Verteilnetzbetreiber

4 Grundsätze und Akteure

4.1 Grundsätze der Systemverantwortung

Die Systemverantwortung umfasst die verschiedenen Aspekte der Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systemsicherheit. Diese ist sichergestellt, wenn weder die Systembilanz noch die Netzsicherheit gefährdet oder gestört ist (Bild 1).

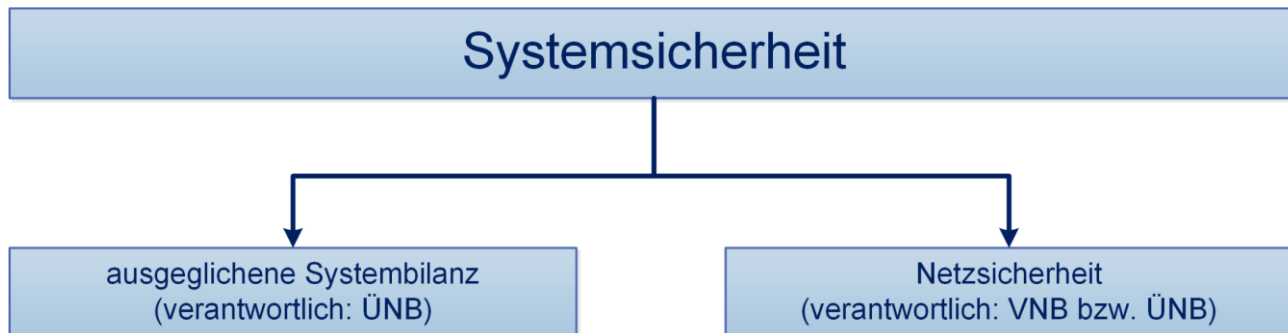


Bild 1 – Bestandteile der Systemsicherheit

Das EnWG verpflichtet in § 13 die Übertragungsnetzbetreiber zur Wahrnehmung der Systemverantwortung. Nach § 14 (1) EnWG gilt dies entsprechend für Verteilnetzbetreiber. Außerdem legt § 11 (1) EnWG für alle Netzbetreiber Mitwirkungspflichten fest.

Es gelten folgende Grundsätze:

- Die Sicherstellung der ausgeglichenen Systembilanz (bilanzielles Gleichgewicht von Last und Erzeugung in der jeweiligen Regelzone) obliegt ausschließlich dem Übertragungsnetzbetreiber.
- Die Verantwortung für die Netzsicherheit trägt jeder Netzbetreiber in seinem Netz.

- Zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systemsicherheit kann eine kaskadierte Vorgehensweise über alle Netzebenen, ausgehend von demjenigen Netzbetreiber, der eine Gefährdung oder Störung der Systemsicherheit feststellt, erforderlich sein.

Zur Abwendung von Gefährdungen oder Störungen ist jeder Netzbetreiber verpflichtet, zunächst netzbezogene und anschließend marktbezogene Maßnahmen (z. B. Redispatch) durchzuführen. Beispiele sind in Anhang A dargestellt. Auch die Durchführung dieser Maßnahmen kann bereits kaskadiert erfolgen (bspw. für die Deaktivierung von automatischen Spannungsregelungen an Transformatoren, d. h., das Blockieren der Stufensteller).

Reichen die eingeleiteten oder die zur Verfügung stehenden Maßnahmen oder die Zeit bis zu ihrem Wirksamwerden nicht aus, so ist der Übertragungsnetzbetreiber nach § 13 (2) EnWG berechtigt und verpflichtet, sämtliche Stromerzeugung, Stromtransite und Strombezüge in der Regelzone anzupassen oder eine Anpassung zu verlangen. Dies gilt nach § 14 (1) EnWG entsprechend für Verteilnetzbetreiber gleichermaßen.

Alle Netzbetreiber sind verpflichtet, den vorgelagerten Netzbetreiber nach dessen Vorgaben durch eigene Maßnahmen zu unterstützen und eigenverantwortliche Maßnahmen zur Unterstützung des vorgelagerten Netzbetreibers zu definieren, im eigenen Netz umzusetzen und bei nachgelagerten Netzbetreibern zu veranlassen. Dabei hat der Netzbetreiber die Netzsicherheit im eigenen Netz in geeigneter Weise zu berücksichtigen.

Jeder angeforderte Netzbetreiber hat in der Rolle als anweisender Netzbetreiber bei direkt angeschlossenen Netzkunden die Maßnahmen gemäß den gesetzlichen Vorgaben zur Vorrangregelung umzusetzen, wenn die Anforderung des kaskadierten Netzbetreibers dies nicht bereits berücksichtigt.

ANMERKUNG: Der Gesetzgeber sieht im § 11 (1) EEG sowie § 3 (2) KWKG einen Vorrang für die Einspeisung und Abnahme von Strom aus Erneuerbaren Energien und aus Kraft-Wärme-Kopplung vor. Das daraus abgeleitete Einspeiseranking beschreibt die durch die Netzbetreiber zu berücksichtigende Reihenfolge, in der die Erzeugungsanlagen in Abhängigkeit von den jeweiligen Erzeugungstechnologien und ggf. den jeweils eingesetzten Energieträgern anzupassen sind. Weitere Details siehe [2].

4.2 Grundsätze und Anwendung des Kaskadenprinzips

4.2.1 Grundsätze des Kaskadenprinzips und Mitwirkungspflichten

Übertragungs- und Verteilnetze sind hierarchisch strukturiert und miteinander verbunden. Bei jedem Übertragungsnetz sind Verteilnetzbetreiber und direkte Netzkunden angeschlossen. Bei jedem Verteilnetzbetreiber können seinerseits weitere Verteilnetzbetreiber und direkte Netzkunden angeschlossen sein. Es ergeben sich die in Bild 2 dargestellte Hierarchieebenen, die die Verantwortlichkeiten der Netzbetreiber abbilden. Die Anzahl der Hierarchieebenen und die Anzahl der Netzbetreiber je Ebene ist nicht begrenzt. In den nachfolgenden Abschnitten ist aus Gründen der Übersichtlichkeit diese Komplexität nicht mehr dargestellt.

Eine Regelzone ist ein räumliches Gebiet, in dem ein ÜNB das Übertragungsnetz betreibt.

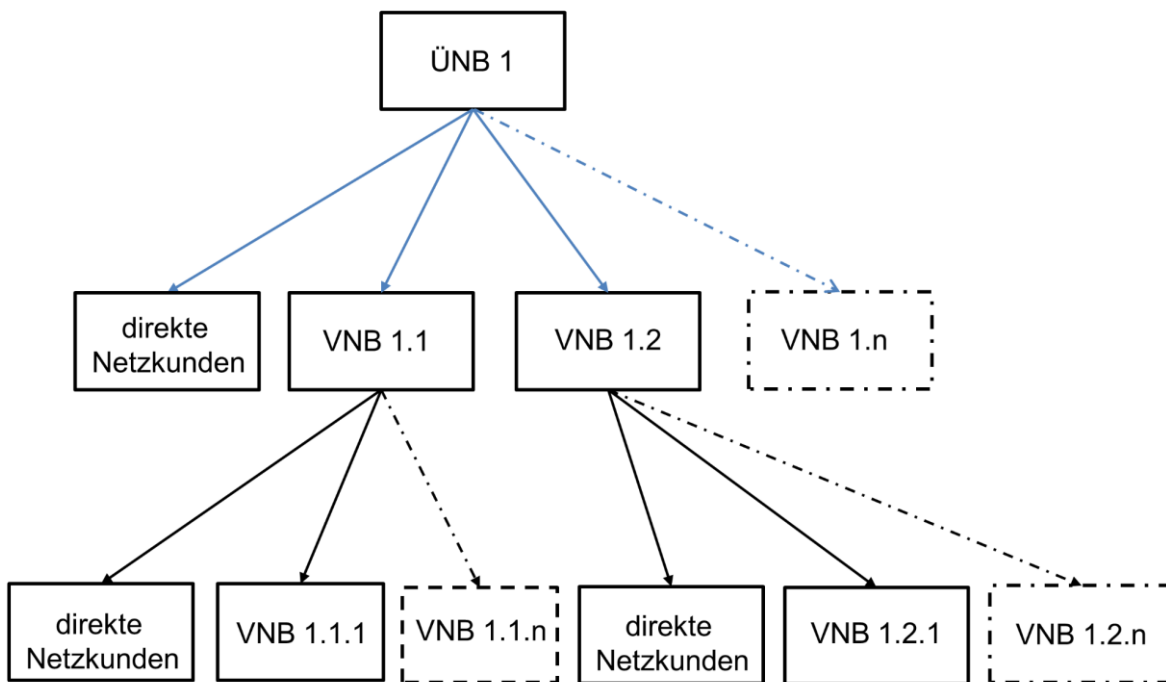


Bild 2 – Hierarchieebenen in der Kaskade

Unabhängig davon, in welcher Spannungs- oder Netzebene Netzbetreiber oder Netzkunden an das jeweilige Netz angeschlossen sind, können sich netzseitige Einspeisungen und/oder Lasten auf die Systemsicherheit in der Regelzone, in welche sie technisch eingebunden sind, auswirken. Daher können sie grundsätzlich von Maßnahmen betroffen sein.

Um die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen vorzubereiten und schließlich durchführen zu können, müssen im Vorfeld Daten bzw. Informationen zwischen den in der Kaskade verbundenen Netzbetreibern ausgetauscht werden (siehe Abschnitt 6).

Sind Anpassungsmaßnahmen erforderlich, ermittelt der anfordernde Netzbetreiber zunächst den Anpassungsbedarf an den Übergabestellen zu den ihm in der Kaskade direkt nachgelagerten Netzbetreibern und für die an seinem Netz angeschlossenen Netzkunden. Anschließend wird die daraus resultierende Anforderung an die jeweils direkt nachgelagerten Netzbetreiber ermittelt und die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen bei direkt am eigenen Netz angeschlossenen Netzkunden vorgenommen. Dieser Prozess wird kaskadiert bis zum letzten nachgelagerten Netzbetreiber fortgeführt (siehe Abschnitt 5.2).

Innerhalb einer Kaskade existieren dabei für die Netzbetreiber folgende Rollen (siehe Bild 3):

- anfordernder Netzbetreiber
- anweisender Netzbetreiber und
- kaskadierender Netzbetreiber

Der Zusammenhang zwischen den Rollen ist in Bild 3 dargestellt.

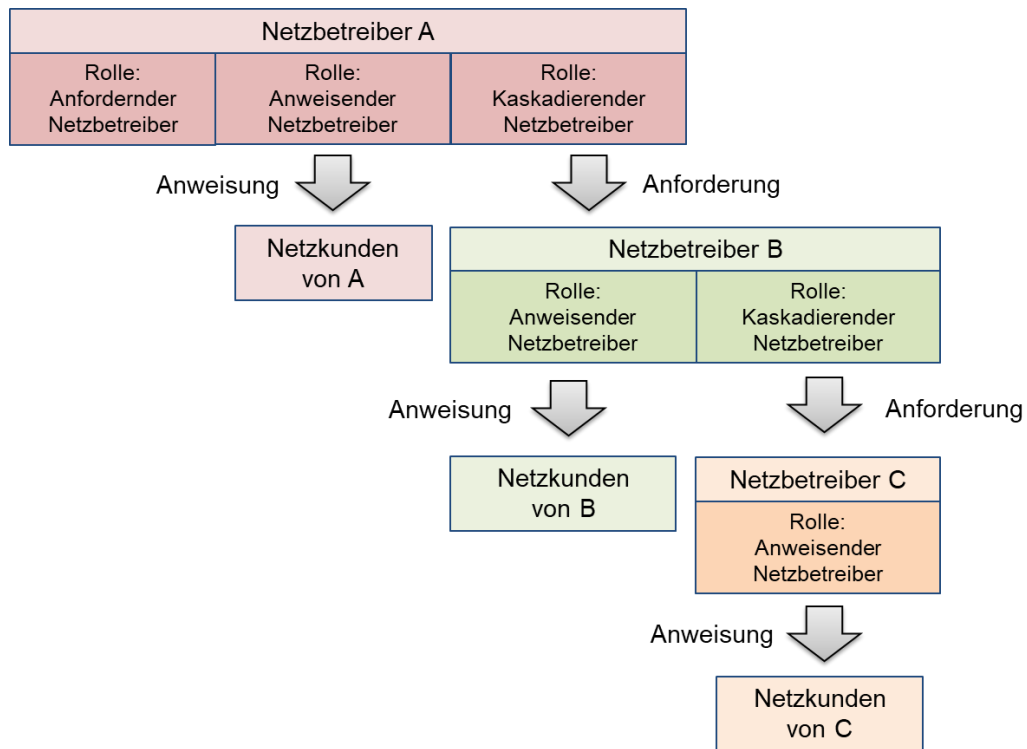


Bild 3 – Rollenübersicht am Beispiel für drei Netzbetreiber

In Abhängigkeit von der Netzstruktur können die Rollen des anweisenden und kaskadierenden Netzbetreibers mehrfach vorhanden sein.

4.2.2 Aufgaben der an der Kaskade beteiligten Netzbetreiber

Den Rollen sind die Aufgaben nach Tabelle 1 zugeordnet.

Tabelle 1 – Aufgaben der an der Kaskade beteiligten Netzbetreiber

Aufgabe	Anfordernder Netzbetreiber	Kaskadierender Netzbetreiber	Anweisender Netzbetreiber
Erkennen einer Gefährdung oder Störung der Systembilanz oder Netzsicherheit	X		
Ankündigung von Maßnahmen bei nachgelagerten Netzbetreibern		X	
Ermittlung von Maßnahmen an den Übergabestellen zu nachgelagerten Netzbetreibern		X	
Ermittlung von Maßnahmen bei direkt angeschlossenen Netzkunden			X
Anforderungen zur Durchführung von Maßnahmen bei nachgelagerten Netzbetreibern		X	
Umsetzung der Maßnahmen bei direkt angeschlossenen Netzkunden			X
Kontinuierliche Lagebeurteilung der Systembilanz bzw. der Netzsicherheit	X		

Aufgabe	Anfordernder Netzbetreiber	Kaskadierender Netzbetreiber	Anweisender Netzbetreiber
Kontinuierliche Lagebeurteilung an Übergabestellen zu nachgelagerten Netzbetreibern		X	
Kontinuierliche Lagebeurteilung im eigenen Netz			X
Erkennen der Beseitigung der Gefährdung oder Störung	X		
Aufhebung von Maßnahmen bei nachgelagerten Netzbetreibern		X	
Rücknahme von Maßnahmen bei direkt angeschlossenen Netzkunden			X
Dokumentation	X	X	X

4.3 Anpassungen zur Aufrechterhaltung der Systemsicherheit

4.3.1 Szenarien der operativen Kaskadierung

Die Unterteilung der Gefährdung bzw. Störung der Systemsicherheit erfolgt nach Bild 4 in folgende Szenarien.

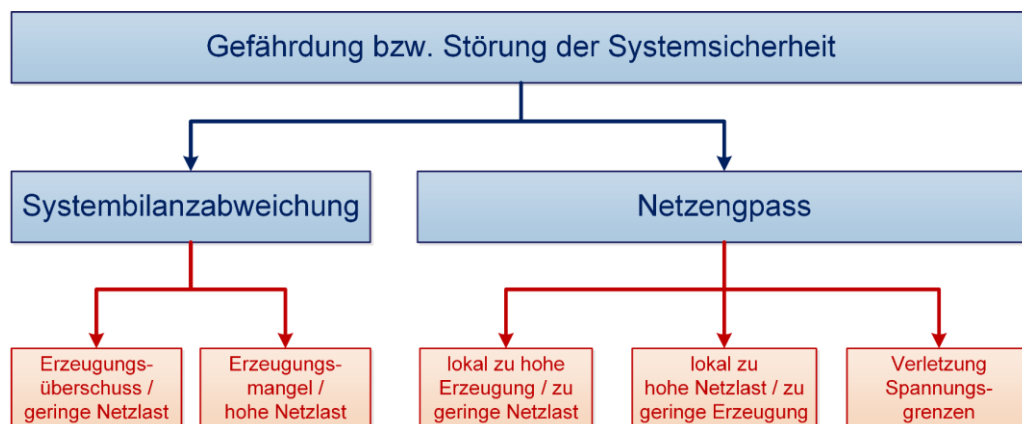


Bild 4 – Szenarien für die Anwendung der operativen Kaskade

4.3.2 Anpassungen zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systembilanz

In Abhängigkeit von der aktuellen Systembilanzsituation ermittelt der Übertragungsnetzbetreiber die insgesamt notwendige Leistungsanpassung in der Regelzone gemäß der im Systemschutzplan der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber [4] dargestellten Systematik. Diese Leistungsanpassung basiert auf der verbleibenden Systembilanzabweichung der vier Regelzonen (nach Nutzung von Regelleistungsreserven und Notreserven). Die berechnete Leistungsanpassung wird gemäß Aufteilungsschlüssel Last- bzw. Erzeugung (siehe 6.1.2) auf den Übertragungsnetzbetreiber und die nachgelagerten Netzbetreiber aufgeteilt. Bei dieser Aufteilung ist darauf zu achten, dass durch eine Maßnahme zur Beseitigung des Systembilanzproblems kein Netzsicherheitsproblem im eigenen Netz verursacht wird. Der Übertragungsnetzbetreiber teilt seinen nachgelagerten Netzbetreibern und seinen direkt angeschlossenen Netzkunden den jeweils umzusetzenden Anteil als Leistungswert in MW mit. Die dem Übertragungsnetzbetreiber nachgelagerten Netzbetreiber sind verpflichtet, mit eigenen Mitteln und unter Einbeziehung der ihnen nachgelagerten Netzbetreiber, geeignete Maßnahmen umzusetzen.

Aufgrund der räumlichen Ausdehnung von Regelzonen kann es für einen ÜNB erforderlich sein, ein Systembilanzproblem nicht über das gesamte Gebiet der Regelzone, sondern regionalisiert zu lösen, um keine Netzengpässe hervorzurufen. In diesen Fällen fordert er dann nicht alle, sondern nur diejenige nachgelagerte Netzbetreiber zur Unterstützung an, die einen Beitrag zur Beseitigung des Systembilanzproblems leisten können, ohne dass dabei ein Netzengpass verursacht wird. Ein angeforderter Netzbetreiber darf die Maßnahme innerhalb seines gesamten Teils seines Netzgebietes umsetzen, das der Regelzone des ÜNB zuzuordnen ist.

Maßnahmen zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systembilanz dürfen nicht durch Gegenmaßnahmen wie bspw. einen bilanziellen Ausgleich aufgehoben werden.

4.3.3 Anpassungen zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Netzsicherheit

Für die Beseitigung einer Gefährdung oder Störung trägt jeweils der Netzbetreiber die Verantwortung, in dessen Netz die Verletzung der Netzsicherheit vorliegt. Hierzu übernimmt er die Rolle des anfordernden Netzbetreibers. Ist die Netzsicherheit lokal durch Abnahmen oder Einspeisungen gefährdet oder gestört, so muss der anfordernde Netzbetreiber nach Abschnitt 4.1 zunächst geeignete netz- und marktbezogene Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen. Wirken diese Maßnahmen nicht ausreichend bzw. nicht rechtzeitig, so erfolgt die Anforderung von Maßnahmen bei nachgelagerten Netzbetreibern und die Umsetzung von Maßnahmen im Rahmen der Kaskade bei direkt angeschlossenen Netzkunden. Alle Anpassungen erfolgen grundsätzlich in der Reihenfolge der größten Wirksamkeit zur Aufrechterhaltung oder zur Wiederherstellung der Netzsicherheit.

ANMERKUNG Hinweise zur Wirksamkeit von Maßnahmen (Sensitivitätsanalyse) siehe Anhang B.

Der kaskadierende Netzbetreiber kommuniziert die erforderliche Leistungsanpassung als Anforderung an den oder die betroffenen Netzbetreiber als Leistungswert in MW je betroffener Übergabestelle.

Die Einhaltung der Spannungsgrenzwerte ist ebenfalls Teil der Aufrechterhaltung der Netzsicherheit. In Fällen der spannungsbedingten Gefährdung oder Störung der Netzsicherheit sind folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- 1) Blindleistungsbereitstellung
- 2) Blockierung von Spannungsreglern
- 3) Anpassung von Stromerzeugung oder Strombezügen

Die Blindleistungsbereitstellung findet im Rahmen des Normalbetriebs (VDE-AR-N 4141-1, VDE-AR-N 4141-2) statt.

Die Blockierung der Spannungsregler ist in der VDE-AR-N 4142 und im FNN Hinweis "Vermeidung spannungskritischer Netzzustände" [7] beschrieben, die Durchführung erfolgt kaskadiert über die Netzebenen und kann sich auf ein oder mehrere Netzgebiete beziehen. Liegen die Netzverknüpfungspunkte in einem Netzgebiet weit genug voneinander entfernt, kann die Anforderung auch nur für einzelne Teilnetzgebiete erfolgen.

Sofern diese netz- oder marktbezogenen Maßnahmen nicht ausreichen, um die Spannung zu stabilisieren, müssen als manuelle Letztmaßnahme Anpassungen der Stromentnahmen- oder -einspeisungen erfolgen.

4.4 Maßnahmen zur Umsetzung von Gesamtprozess

Die Durchführung eines Gesamtprozesses erfolgt mit folgenden Maßnahmen:

- Ankündigung,
- Anforderung und
- Aufhebung.

Die Ankündigung dient der Vorabinformation einer potenziellen Gefährdung. Sie enthält alle zu dem Zeitpunkt verfügbaren Informationen und soll die Empfänger in die Lage versetzen, sich auf Maßnahmen vorzubereiten. Sofern es zeitlich vorab möglich ist, versendet der kaskadierende Netzbetreiber eine Ankündigung an alle direkt nachgelagerten Netzbetreiber. Folgt auf eine Ankündigung keine Anforderung, endet die Ankündigung mit dem

angegebenen Startzeitpunkt. Außerdem ist es möglich, die Ankündigung vor dem angegebenen Startzeitpunkt aufzuheben oder den Startzeitpunkt zu aktualisieren, um mögliche Vorbereitungsmaßnahmen bei anweisenden Netzbetreibern zu beenden oder anzupassen.

Mit der Anforderung wird die Umsetzung einer Maßnahme vom kaskadierenden beim nachgelagerten Netzbetreiber mit konkretisierten Parametern zum angegebenen Zeitpunkt angefordert. Durch mehrere Anforderungen nacheinander kann die Maßnahme verstärkt oder teilweise zurückgenommen werden. Der angegebene voraussichtliche Endzeitpunkt dient nur zur Information. Aufhebungen werden vom kaskadierenden Netzbetreiber ausdrücklich mitgeteilt.

Die Aufhebung weist die Beendigung aller Maßnahmen eines Gesamtprozesses zum angegebenen Zeitpunkt an und hat das Ziel der Wiederherstellung des Normalbetriebs. Über diese entscheidet der anfordernde Netzbetreiber. Die Kommunikation erfolgt vom kaskadierenden Netzbetreiber an die nachgelagerten Netzbetreiber. Der Gesamtprozess ist formal erst abgeschlossen, wenn sämtliche Maßnahmen zurückgenommen sind.

Bild 5 zeigt einen beispielhaften Verlauf des Gesamtprozesses.

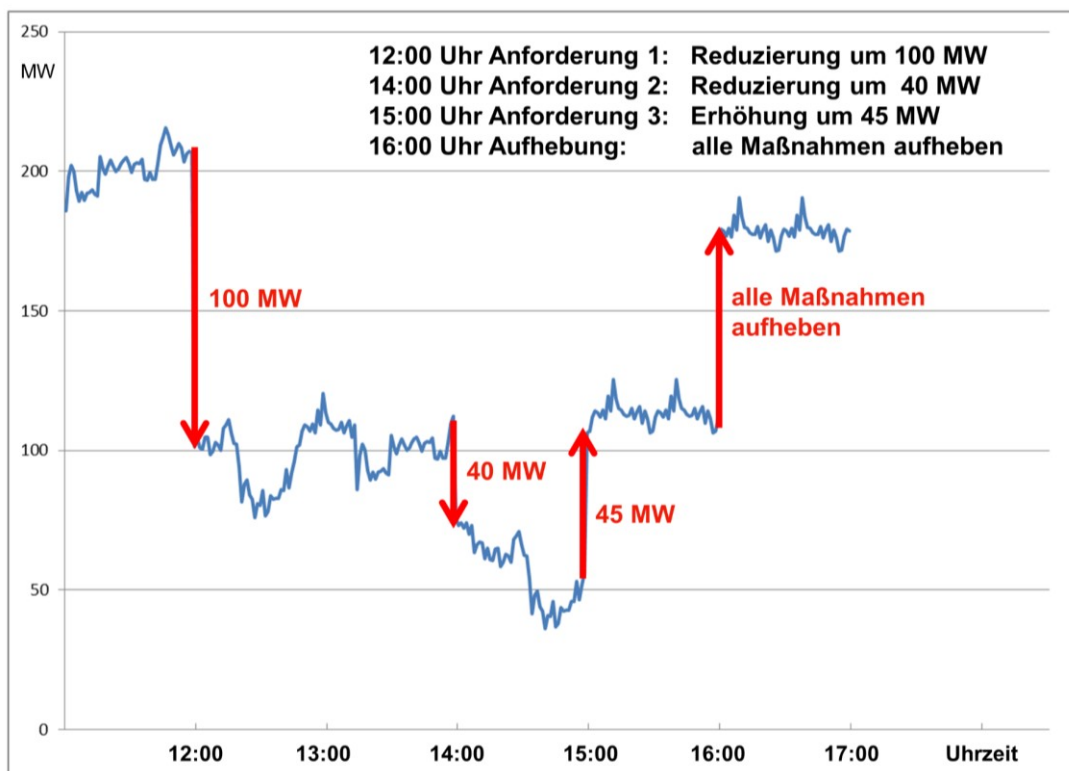


Bild 5 – Beispiel für die Maßnahmen eines Gesamtprozesses

Alle Schritte müssen unabhängig von der zwischenzeitlichen Entwicklung im eigenen Netz in der angeforderten Höhe zum angeforderten Zeitpunkt umgesetzt werden.

Im Falle von zeitlichen Überschneidungen mehrerer Anforderungen ist die Summe aller einzelnen Anforderungen umzusetzen. Dies bedeutet, dass eine Anforderung, die als anweisender Netzbetreiber noch nicht vollständig umgesetzt wurde oder als kaskadierender Netzbetreiber noch nicht angewiesen wurde, mit weiteren Anforderungen, die für denselben Zeitpunkt gelten, saldiert werden muss.

Die Schritte Ankündigung, Anforderung und Aufhebung sollten vorab vom kaskadierenden Netzbetreiber über einen zweiten Kommunikationsweg, z. B. über eine standardisierte Telefonansage, dem anweisenden Netzbetreiber angekündigt werden.

Bei einer automatisierten Verarbeitung von Nachrichten (siehe Abschnitt 6.2.1.3) muss die Empfangsbestätigung für jede Anforderung bzw. Aufhebung erfolgen. Bei einer nicht automatisierten Kommunikation (z. B. E-Mail oder Fax) erfolgt eine Empfangsbestätigung nur, wenn dies im Vorfeld für die Schnittstelle zwischen beiden NB vereinbart wurde.

4.5 Zeitvorgaben für die Umsetzung von Maßnahmen

Die Gesamtkaskadenzeit ist die Zeit von der Anforderung zur Durchführung einer Maßnahme durch den anfordernden Netzbetreiber bis zur Umsetzung über alle Ebenen einer operativen Kaskade hinweg.

Die Kaskadenstufenzeit besteht aus Vorbereitungs- und Umsetzungszeit, wobei die Vorbereitungszeit nicht mehr als 6 Minuten betragen darf. Wegen der Teilprozesse, die zur Feststellung der Notwendigkeit von Maßnahmen führen, ist beim anfordernden Netzbetreiber von einer längeren Vorbereitungszeit auszugehen. Dies begründet sich insbesondere mit der Verpflichtung zur Prüfung der Ausschöpfung aller verfügbaren netz- und marktbezogenen Maßnahmen. Die Vorbereitungszeit des anfordernden Netzbetreibers ist nicht Bestandteil der Gesamtkaskadenzeit.

Die Vorbereitungszeit beinhaltet folgende Schritte:

- bei anweisenden Netzbetreibern: Empfang der Anforderung und falls vereinbart, Versand der Empfangsbestätigung;
- Ermittlung der Netzdaten und Analyse der Situation im eigenen Netz
- Bestimmung der Maßnahmen bei direkt angeschlossenen Netzkunden und Bestimmung der Anforderungen an nachgelagerte Netzbetreiber
- Versand der Anforderung.

Die Umsetzungszeit beinhaltet die Umsetzung der Maßnahmen bei direkt angeschlossenen Netzkunden im eigenen Netz.

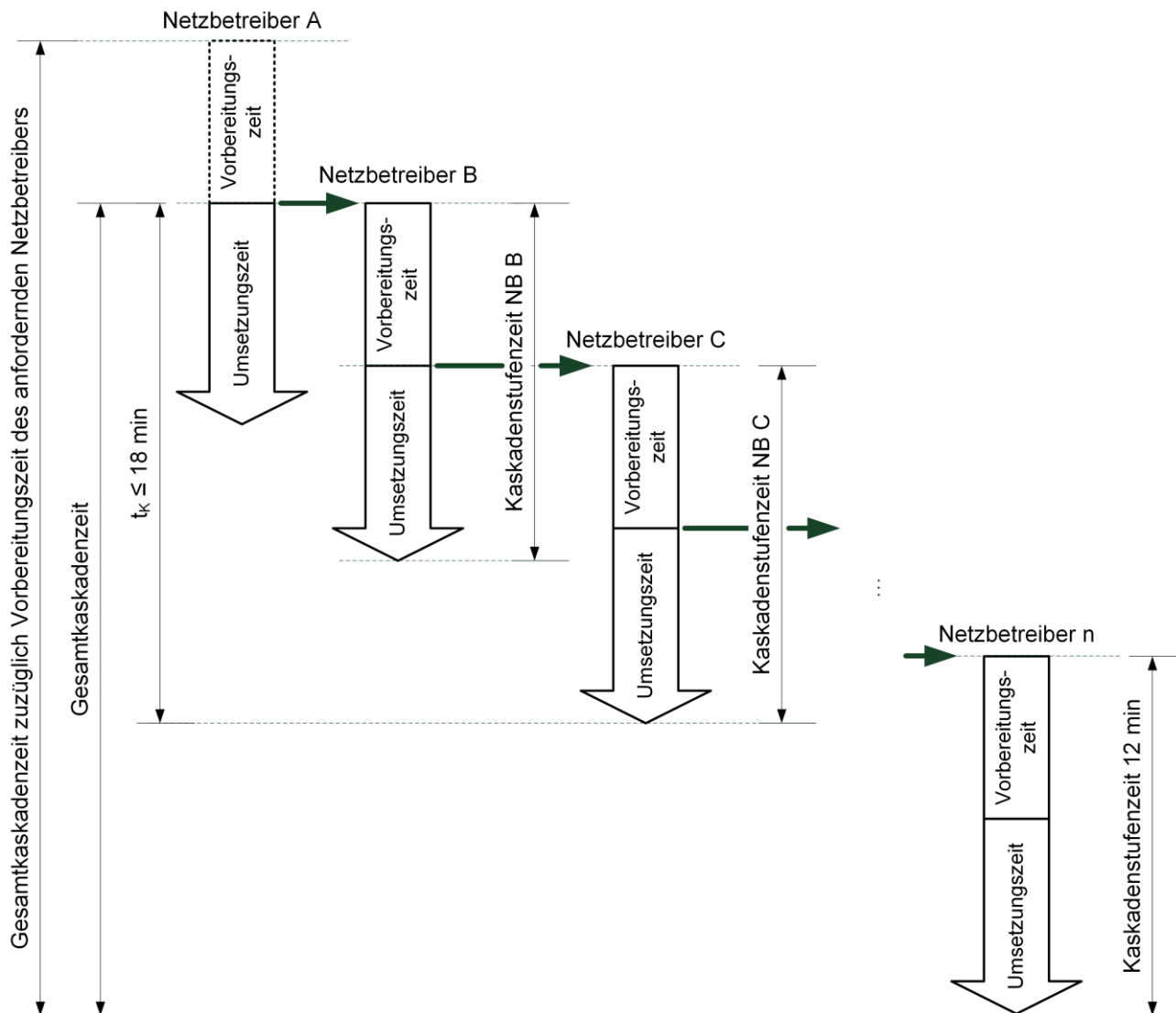


Bild 6 – Gesamtkaskadenzeit und Kaskadenstufenzeit für eine n-stufige Kaskade

Die Vorbereitung und die Umsetzung sollen stets so schnell wie möglich zum angeforderten Zeitpunkt erfolgen. Als Obergrenze für die Kaskadenstufenzeit sind 12 min für jeden einzelnen in der Kaskade beteiligten Netzbetreiber vorgegeben. Diese Zeit beinhaltet keine Rückmeldungen oder Anpassungen infolge von Erfüllungshemmnissen.

ANMERKUNG: Die Kaskadenstufenzeit wurde aus einer Betrachtung der durchzuführenden Einzelschritte und ihrer durchschnittlichen Zeitdauern nach Abschnitt 5.2 abgeleitet.

Die ersten drei Stufen einer Kaskade sollen innerhalb einer Kaskadenzeit t_K von maximal 18 min (siehe Bild 6) umgesetzt werden.

4.6 Umgang mit Erfüllungshemmnissen

Netzbetreiber sind verpflichtet, alle notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, um Erfüllungshemmnisse bei der Ausführung von Anforderungen zu vermeiden.

Ist es einem Netzbetreiber in seiner Rolle als anweisender oder kaskadierender Netzbetreiber nicht möglich, eine oder mehrere an ihn gestellte Anforderungen mit eigenen Mitteln oder unter Einbeziehung der unterlagerten Netzbetreiber umzusetzen, so ist der Grund für dieses Erfüllungshemmnis zu dokumentieren. Dieser Netzbetreiber definiert eigenständig Maßnahmen, um die Wirkung des Erfüllungshemmnisses zu kompensieren. Erst wenn diese zu mehr als 20 % (bezogen auf die Anforderung seines vorgelagerten

Netzbetreibers) erfolglos sind, ist der vorgelagerte Netzbetreiber unverzüglich – durch Meldung des Erfüllungshemmnisses – in Kenntnis zu setzen. In diesem Fall erfolgt eine Anpassung der Maßnahmen durch den vorgelagerten Netzbetreiber.

ANMERKUNG: Erfüllungshemmnisse können z. B. der Ausfall von Fernwirktechnik oder nicht ausreichendes Abschaltpotential gegenüber einer Anforderung sein.

4.7 Rückmeldung über die Umsetzung von Maßnahmen

Sofern vor- und nachgelagerter Netzbetreiber eine Rückmeldung vereinbart haben, muss der nachgelagerten Netzbetreiber nach Durchführung einer Maßnahme den Umsetzungsstand melden.

Bei der automatisierten Verarbeitung von Nachrichten nach Abschnitt 6.2.1.3 erfolgt eine Rückmeldung nach vollständiger Umsetzung einer Maßnahme in allen Kaskadenstufen oder spätestens nach 18 Minuten, bezogen auf den angeforderten Beginn der Maßnahme unabhängig von der Vollständigkeit der Umsetzung.

5 Kaskadierende Maßnahmen im operativen Netzbetrieb

5.1 Erkennen von Gefährdungen und Störungen

Um Gefährdungen und Störungen der Netz- und Systemsicherheit erkennen zu können, müssen je nach Spannungsebene und Verantwortungsbereich verschiedene Parameter berücksichtigt bzw. in Echtzeit überwacht werden (siehe Tabelle 2). Die Überwachung sollte auch vorausschauend erfolgen.

In den Niederspannungsnetzen erfolgt keine Überwachung der Parameter zur Erkennung von Gefährdungen und Störungen im Rahmen der Kaskade, da dortige Gefährdungen und Störungen nicht zu einer kaskadierten Handlungsfolge führen.

Tabelle 2 – Parameter zum Erkennen von Gefährdungen und Störungen der Netz- und Systemsicherheit

Parameter	HöS	HS	MS
Frequenz/Systembilanz	X	–	–
Grenzwert maximale Strombelastbarkeit von Betriebsmitteln	X	X	X
Spannungsgrenzwerte	X	X	X
Minimale Kurzschlussleistung	X	(X)	(X)
Maximale Kurzschlussleistung	X	X	(X)

Um im Betrieb Gefährdungen und Störungen erkennen zu können, muss jeder Netzbetreiber Schwellwerte definieren. Hierzu bietet sich ein dreistufiges Verfahren mit Warnwert, Alarmwert und Grenzwert nach Bild 7 an.

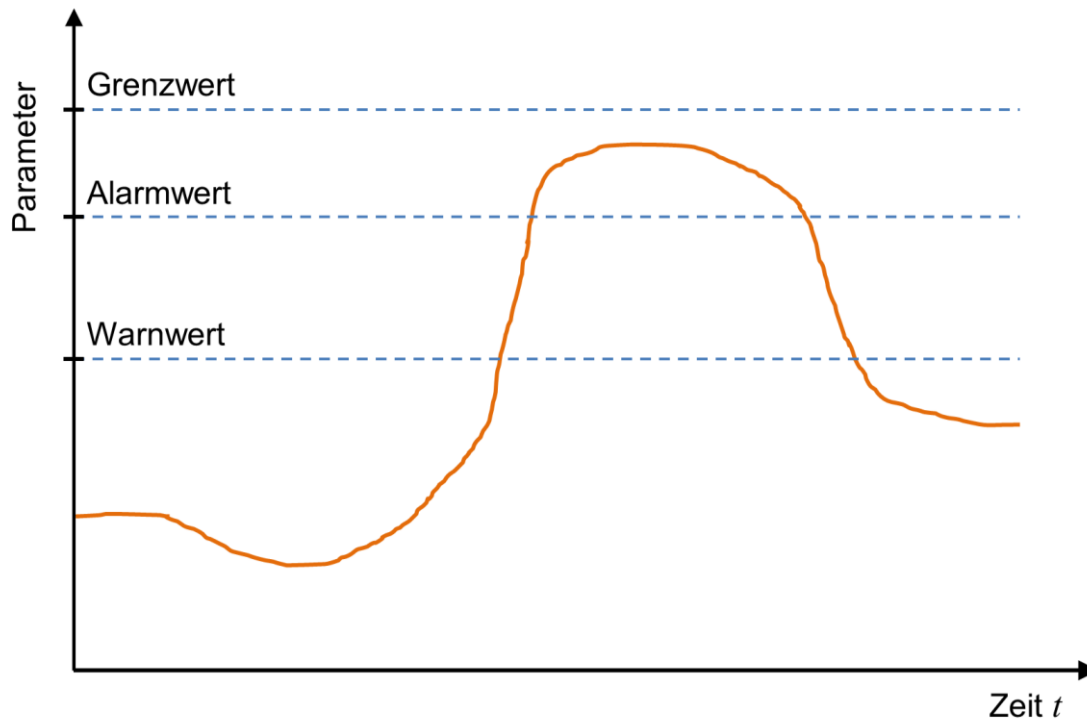


Bild 7 – Kurzbeschreibung des Schwellwertsystems

Warnwert: Wird dieser Wert überschritten, droht bei weiterer Verschärfung der Lage eine Verletzung des sicheren Netz- bzw. Systembetriebs. Mit der Notwendigkeit, weitere Maßnahmen einzuleiten, muss gerechnet werden.

Die Festlegung von Warnwerten ist nicht obligatorisch, kann jedoch sinnvoll sein.

Wird der Warnwert erreicht und zeichnet sich eine weitere Verschärfung der Lage ab, dann sind Maßnahmen vorzubereiten. Bei ausreichender Konkretisierung ist eine Ankündigung zu versenden

Alarmwert: Wird dieser Wert überschritten, ist der sichere Netzbetrieb nicht mehr gegeben. Es sind manuelle Letztmaßnahmen im Rahmen der Kaskade zu ergreifen.

Grenzwert: Ein Grenzwert ist ein Wert, der aus technischen Gründen nicht überschritten werden darf, da dies zu Auslösungen von Schutzeinrichtungen oder Betriebsmittelschäden führen kann, und somit ein Weiterbetrieb des Netzes nicht oder nicht gefahrlos möglich ist.

ANMERKUNG: An Übergabestellen sollten die festgelegten Parameter zwischen den Netzbetreibern abgestimmt und von beiden überwacht werden.

Zur Beurteilung des Netz- und Systemzustandes sind interne Festlegungen durch den Netzbetreiber u. a. für den Umgang mit dem (n-1)-Kriterium zu treffen.

5.2 Durchführung von Maßnahmen im Rahmen der operativen Kaskade

5.2.1 Allgemeine Hinweise zur Durchführung von Maßnahmen

Nachfolgend werden die Abläufe für die Einleitung, Durchführung und Aufhebung von Maßnahmen im Detail dargestellt. Die Grundsätze dazu sind in Abschnitt 4 beschrieben.

Ein Netzbetreiber kann während einer operativen Kaskade gemäß Bild 3 verschiedene Rollen einnehmen. Der anfordernde Netzbetreiber A nimmt in der Regel alle Rollen ein.

Zur besseren Lesbarkeit sind in den Ablaufdiagrammen nur drei Kaskadenebenen mit je einem Netzbetreiber dargestellt. Sollen weitere Ebenen eingebunden werden, sind die dargestellten Schritte für den Netzbetreiber B entsprechend für weitere zwischengelagerte Netzbetreiber zu durchlaufen.

Die Vorgaben zur Dokumentation nach Abschnitt 8 sind mindestens vor und nach der Durchführung jeder Maßnahme mit Anpassungen bei Stromentnahmen oder -einspeisungen zu beachten.

5.2.2 Ablauf der operativen Kaskade zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systembilanz

Bild 8 a) und Bild 8 b) zeigen den Ablauf der operativen Kaskade für die Anforderung und Aufhebung von Maßnahmen zur Aufrechterhaltung und Wiederherstellung der Systembilanz.

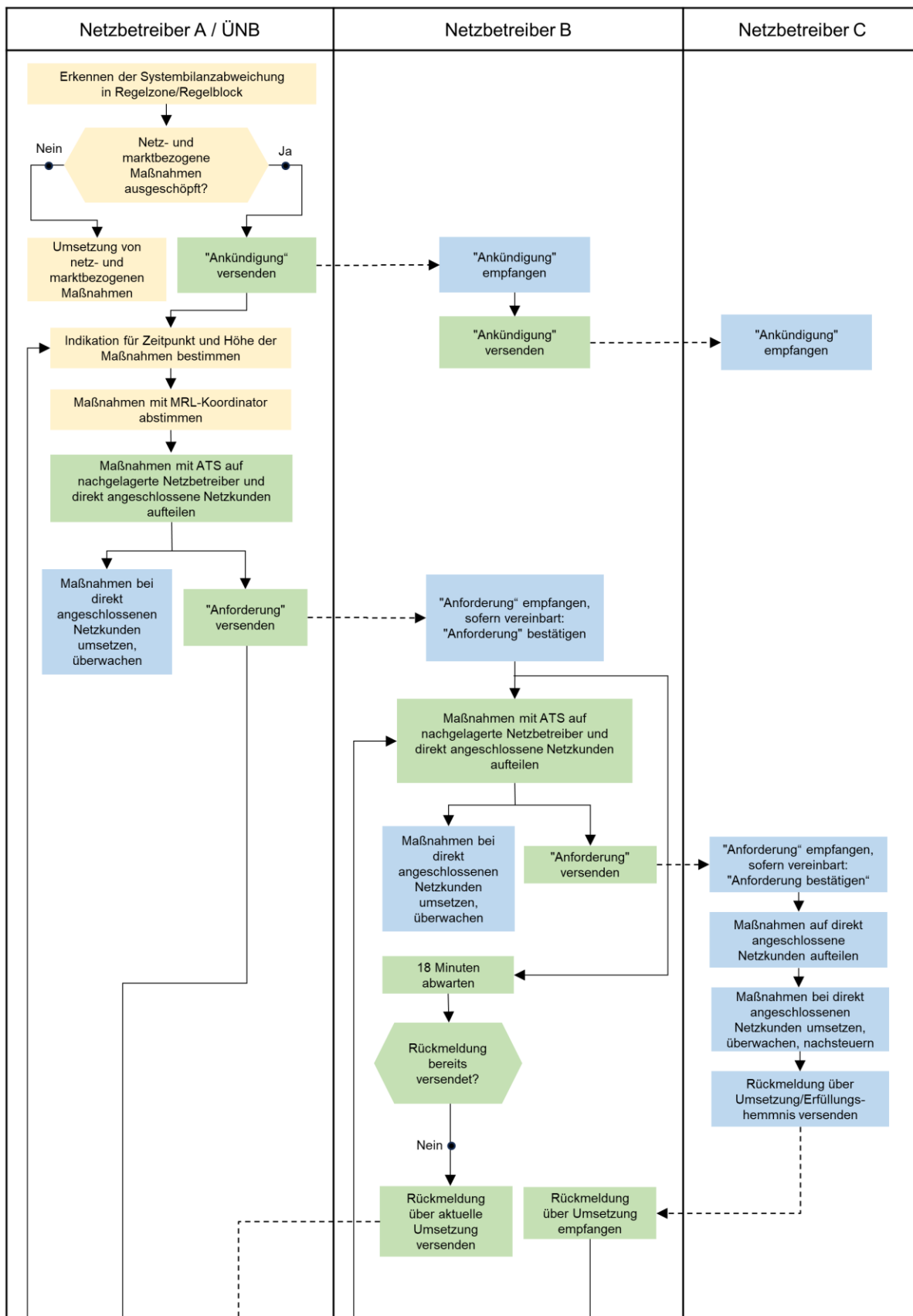


Bild 8 – Ablaufdiagramm für die operative Kaskade bei Gefährdung oder Störung der Systembilanz am Beispiel für drei Kaskadenebenen (1 von 2)

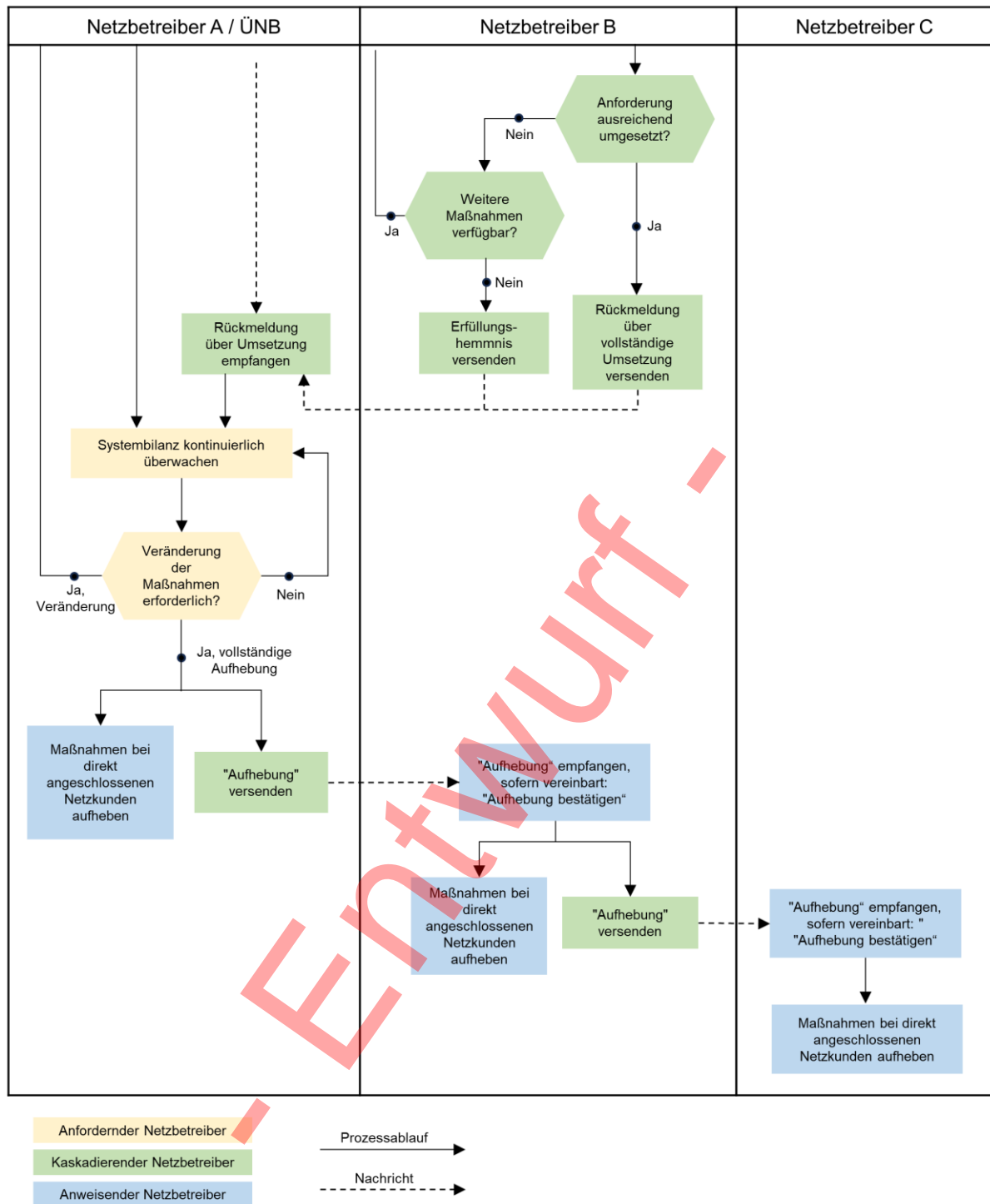


Bild 8 – Ablaufdiagramm für die operative Kaskade bei Gefährdung oder Störung der Systembilanz am Beispiel für drei Kaskadenebenen (2 von 2)

5.2.3 Ablauf der operativen Kaskade zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Netzsicherheit

Bild 9 a) und Bild 9 b) zeigen den Ablauf der operativen Kaskade für die Anforderung und Aufhebung von Maßnahmen zur Aufrechterhaltung und Wiederherstellung der Netzsicherheit.

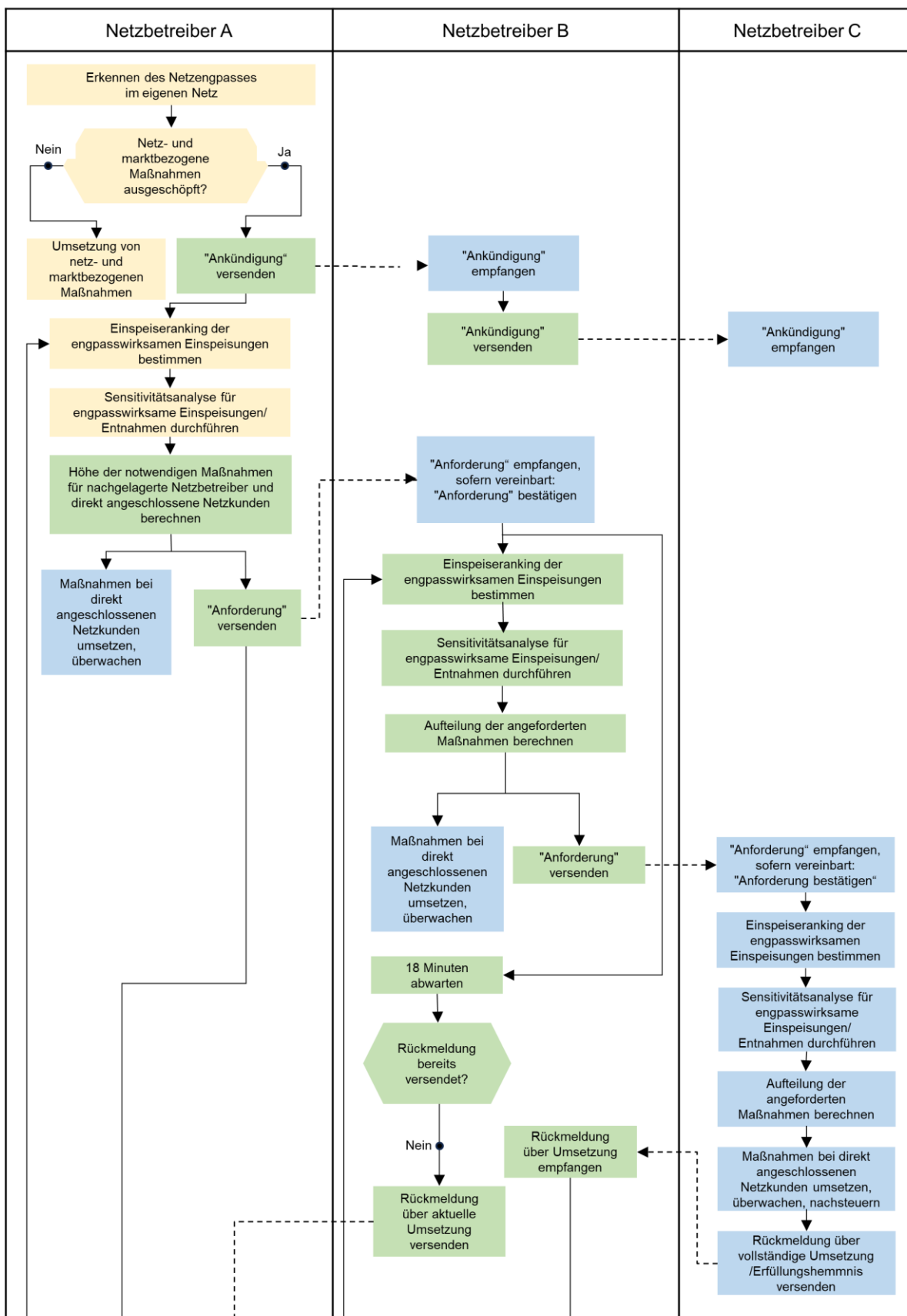


Bild 9 – Ablaufdiagramm für die operative Kaskade bei Gefährdung oder Störung der Netzsicherheit am Beispiel für drei Kaskadenebenen (1 von 2)

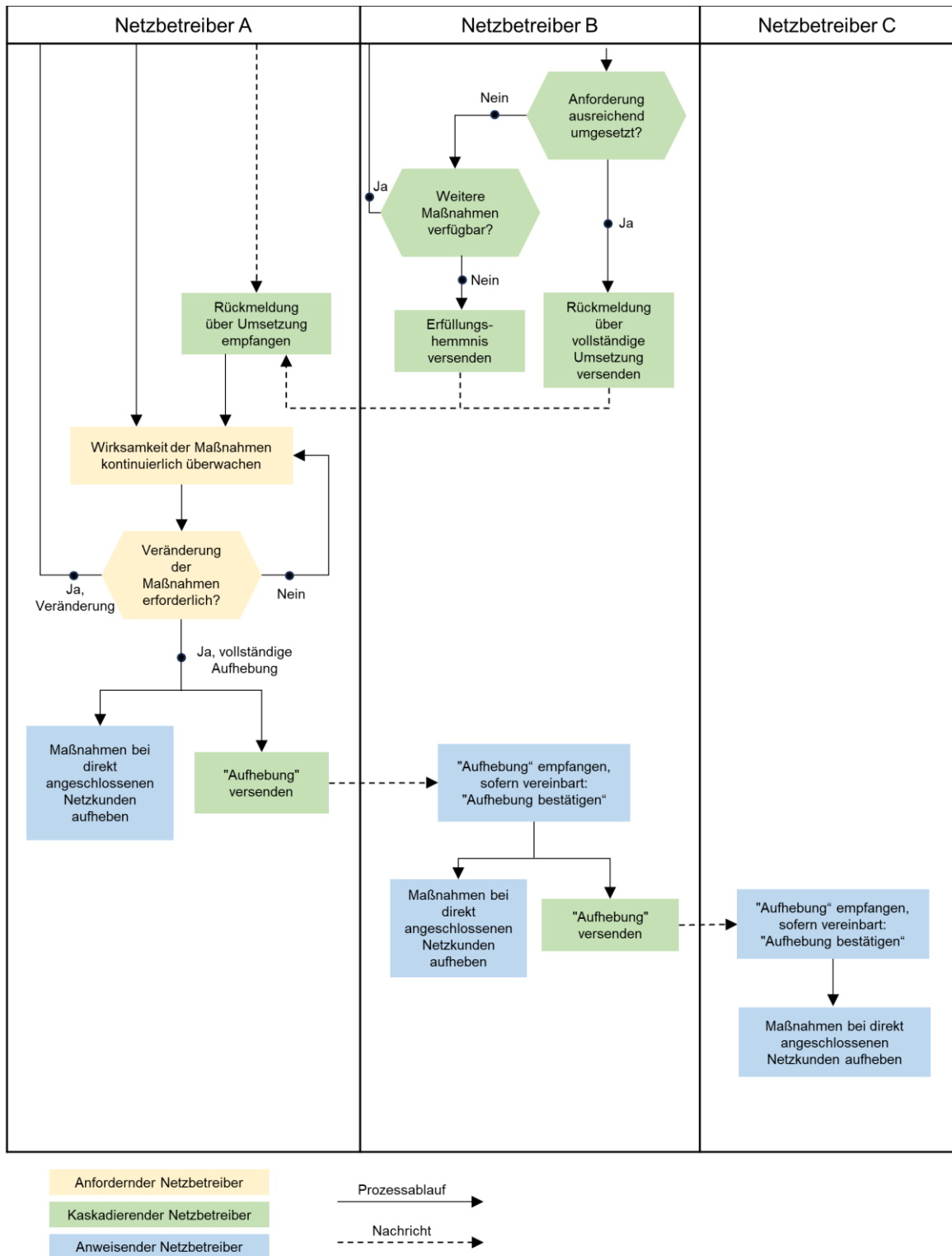


Bild 9 – Ablaufdiagramm für die operative Kaskade bei Gefährdung oder Störung der Netzsicherheit am Beispiel für drei Kaskadenebenen (2 von 2)

5.3 Vorrang der eigenen Netzsicherheit

Bei der Umsetzung von Anforderungen vorgelagerter Netzbetreiber und der kaskadierten Weitergabe an nachgelagerte Netzbetreiber hat die Netzsicherheit im eigenen Netz stets Vorrang (siehe VDE-N-AR 4141-1

und VDE-N-AR 4141-2). Angeforderte Maßnahmen von vorgelagerten Netzbetreibern, die zum Verlust der Netzsicherheit führen würden, dürfen als Erfüllungshemmnis mit entsprechender Begründung zurückgewiesen werden.

5.4 Abgrenzung zu automatisch wirkenden Leistungseingriffen

Sollten manuelle Leistungsanpassungsmaßnahmen nicht ausreichend oder nicht rechtzeitig umsetzbar sein, so können automatisch wirkende Leistungseingriffe wirksam werden.

Bei automatisch wirkenden Leistungseingriffen übernehmen Regel- bzw. Schutzeinrichtung die Leistungsanpassungen bzw. Notabschaltungen.

Die Anwendung automatischer Maßnahmen durch Einrichtungen beim Netzbetreiber erfolgt z. B. im Rahmen

- des Unterfrequenz-Lastabwurfes (UFLA),
- der automatische Letztmaßnahmen zur Vermeidung eines Spannungskollaps.

Diese Maßnahmen werden in der VDE-AR-N 4142 beschrieben.

Es ist darauf zu achten, dass die manuellen Leistungsanpassungen zur Beseitigung von Systembilanzproblemen im Sinne dieser VDE-Anwendungsregel die Konzepte zur Umsetzung des automatisch wirkenden Lastabwurfes möglichst nicht in ihrer Wirksamkeit einschränken. Dazu muss die manuell abzuwerfende Last anteilig auf die in UFLA berücksichtigte und auf nicht für UFLA vorgesehene Abwurfleistung aufgeteilt werden. So weit möglich muss darauf geachtet werden, dass bei der manuellen Lastabschaltung eine gleichmäßige Aufteilung über alle UFLA-Stufen hinweg erfolgt.

6 Informationsaustausch und die dafür notwendige Kommunikationstechnik

6.1 Informationsaustausch

6.1.1 Allgemeines zum Informationsaustausch

Zur Sicherstellung der Kaskade ist sowohl im Vorfeld der operativen Durchführung der Maßnahmen in der Kaskade als auch während dieser ein Daten- und Informationsaustausch zwischen verbundenen Netzbetreiber über alle Kaskadenstufen notwendig.

Vorgaben zur Informations- und Kommunikationstechnik an der Schnittstelle zwischen ÜNB und VNB finden sich in der VDE-AR-N 4141-1; 4.3 sowie für die Schnittstelle zwischen VNB in der VDE-AR-N 4141-2; 4.2.

Der gesamte Kommunikationsprozess ist hinsichtlich der Gefährdung der Systemsicherheit zu differenzieren. So ist z. B. grundlegend zwischen einem ständigen Netz- und Betriebsdatenaustausch und den erhöhten Kommunikationsanforderungen während der Umsetzung einer operativen Kaskade zu unterscheiden. Um diesen erhöhten Kommunikationsanforderungen gerecht zu werden, müssen Ankündigung und Anforderung zur Durchführung von Maßnahmen der operativen Kaskade sowie deren Aufhebung auf der Basis eines standardisierten Kommunikationsprozesses zwischen den betroffenen Netzbetreibern erfolgen, der den Anforderungen dieser Anwendungsregel genügt.

6.1.2 Aufteilungsschlüssel

6.1.2.1 Allgemeines zum Aufteilungsschlüssel

Im Falle des Eintretens eines globalen Systembilanzproblems in der Regelzone erkennt der Übertragungsnetzbetreiber ein Ungleichgewicht der Leistungsbilanz. Um dieses Systembilanzdefizit zu beseitigen, ermittelt der Übertragungsnetzbetreiber anhand eines Aufteilungsschlüssels für Verbrauch oder Erzeugung den Leistungswert in MW einer Lastreduzierung oder Erzeugungsreduzierung für die Netzgebiete der direkt an den Übertragungsnetzbetreiber angeschlossenen Netzbetreiber und die Netzkunden.

Die direkt dem Übertragungsnetzbetreiber unterlagerten Verteilnetzbetreiber sind nach Anforderung verpflichtet, mit eigenen Mitteln geeignete Maßnahmen in der Kaskade umzusetzen. Mithilfe eines VNB

spezifischen Aufteilungsschlüssels wird er in die Lage versetzt, die notwendigen Lastreduzierungen oder Erzeugungsreduzierungen als Leistungswert in MW anteilig an die direkt angeschlossenen Netzbetreiber anzufordern und bei direkt angeschlossenen Netzkunden durchzuführen. Diese Kurzbeschreibung ist entsprechend in der Kaskade fortzuführen (siehe Bild 2).

Jeder ÜNB erstellt für alle Netzbetreiber in seiner Regelzone Aufteilungsschlüssel für die Dimensionierung von Maßnahmen zur Abwehr von Systembilanzproblemen und stellt diese jährlich den nachgelagerten Verteilnetzbetreibern seiner Regelzone zur Verfügung. Die Weitergabe der Aufteilungsschlüssel erfolgt kaskadiert über alle Netzebenen.

6.1.2.2 Bildung Aufteilungsschlüssel Last

Der Übertragungsnetzbetreiber erstellt in seiner Regelzone die statischen Aufteilungsschlüssel Last. Dieser wird mithilfe der Daten aus der Bilanzkreisabrechnung Strom (15-min Datenzeitreihen nach MaBiS) durchgeführt, welche durch die Übertragungsnetzbetreiber ermittelt werden. Dabei werden die Zeitreihen „Standardlastprofilsumme“ (SLS), „Tagesparameterabhängige Lastprofilsumme“ (TLS) und die „Lastgangsumme“ (LGS) jedes Bilanzierungsgebietes verwendet. Diese drei Zeitreihen werden genutzt, um die tatsächliche Last (Gesamtlast) eines jeden Bilanzierungsgebietes abzubilden. Diese Methodik entspricht derjenigen, welche für die Ermittlung der "Total Load" (Gesamtlast) in der VDE-AR-N 4142 angewandt wird.

Dazu wird für jeden 15-min Zeitpunkt die Summe der drei Lastzeitreihen für jedes Bilanzierungsgebiet gebildet. Anschließend wird der Jahresmittelwert der Last für jedes Bilanzierungsgebiet bestimmt.

Der Jahresmittelwert der Last P_{Last}^b im Bilanzierungsgebiet des Netzbetreibers b bei T = Anzahl der Viertelstunden des Vorjahres ergibt sich nach Gleichung (1).

$$P_{Last}^b = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (SLS^b(t) + TLS^b(t) + LGS^b(t)) \quad (1)$$

Die wirksame Last \tilde{P}_{Last}^b im Bilanzierungsgebiet des Netzbetreibers b ergibt sich aus dem Jahresmittelwert der Last in seinem Bilanzierungsgebiet P_{Last}^b und unter Berücksichtigung der Lasten \tilde{P}_{Last}^n in den Bilanzierungsgebieten der diesem nachgelagerten Netzbetreiber $ngNB^b$ nach Gleichung (2).

$$\tilde{P}_{Last}^b = P_{Last}^b + \sum_{n \in ngNB^b} \tilde{P}_{Last}^n \quad (2)$$

Bei Netzbetreibern ohne nachgelagerte Netzbetreiber gilt Gleichung (3).

$$\tilde{P}_{Last}^b = P_{Last}^b \quad (3)$$

Der individuelle Anteil gemäß Aufteilungsschlüssel Last für eine Anforderung von einem Netzbetreiber b an den nachgelagerten Netzbetreiber n ergibt sich aus Gleichung (4).

$$ATS_{Last}^{b \rightarrow n} = \frac{\tilde{P}_{Last}^n}{\tilde{P}_{Last}^b} \cdot 100\% \quad (4)$$

6.1.2.3 Bildung Aufteilungsschlüssel Erzeugung

Der Aufteilungsschlüssel Erzeugung basiert auf den installierten Erzeugungskapazitäten (Nettonennleistungen) in einer Regelzone. Als Datengrundlage dient das Marktstammdatenregister. Hierbei werden alle durch den Netzbetreiber fernsteuerbaren Stromerzeugungseinheiten berücksichtigt, welche zum 31.12. des Vorjahres den Status „Durch den Netzbetreiber geprüft“ aufweisen. Im Folgenden werden diese als Erzeugungsleistung bezeichnet. Der Übertragungsnetzbetreiber bestimmt anhand der Netzbetreiberhierarchie den Aufteilungsschlüssel Erzeugung für alle Netzbetreiber seiner Regelzone.

E VDE-AR-N 4140:2024-04

Die wirksame Erzeugungsleistung $\tilde{P}_{Erzeugung}^b$ im Bilanzierungsgebiet des Netzbetreibers b ergibt sich aus der Erzeugungsleistung in seinem Bilanzierungsgebiet $P_{Erzeugung}^b$ und unter Berücksichtigung der Erzeugungsleistung $\tilde{P}_{Erzeugung}^n$ in den Bilanzierungsgebieten der diesem nachgelagerten Netzbetreiber $ngNB^b$ nach Gleichung (5).

$$\tilde{P}_{Erzeugung}^b = P_{Erzeugung}^b + \sum_{n \in ngNB^b} \tilde{P}_{Erzeugung}^n \quad (5)$$

Bei Netzbetreibern ohne nachgelagerte Netzbetreiber gilt Gleichung (6).

$$\tilde{P}_{Erzeugung}^b = P_{Erzeugung}^b \quad (6)$$

Der individuelle Anteil gemäß Aufteilungsschlüssel Erzeugung für eine Anforderung von einem Netzbetreiber b an den nachgelagerten Netzbetreiber n ergibt sich aus Gleichung (7).

$$ATS_{Erzeugung}^{b \rightarrow n} = \frac{\tilde{P}_{Erzeugung}^n}{\tilde{P}_{Erzeugung}^b} \cdot 100\% \quad (7)$$

6.1.3 Informationsaustausch vor einer operativen Kaskade

Für einen möglichst störungsfreien Ablauf der operativen Kaskade sind folgende Informationen zwischen verbundenen Netzbetreibern auszutauschen und, bei Änderung, zu aktualisieren:

- Kontaktdaten der zuständigen Arbeitsplätze der Netzleitstellen
- Kontaktdaten der zuständigen Prozessansprechpartner für die Kaskade (u. a. verantwortlich für Schulungen und Tests)
- Rufnummern für Alarm-Rundrufe beim nachgelagerten Netzbetreiber, sofern der kaskadierende Netzbetreiber einen Alarmierungsserver betreibt
- Formulare für alle Maßnahmen, sofern Formulare zur Durchführung von Maßnahmen verwendet werden
- Geplante und ungeplante Einschränkungen für den Informationsaustausch (z. B. Nichtverfügbarkeit der Datenwege, Wartung, Alarmierungsserver)

6.1.4 Datenumfang für die Durchführung der Maßnahmen

Bei den Maßnahmen nach Abschnitt 4.4 sind mindestens folgende Angaben zu übermitteln:

- Eindeutige Identifikationsnummer für den Gesamtprozess (Vergabe durch den anfordernden Netzbetreiber);
- fortlaufende Nummerierung für jede Maßnahme;
- Name des betroffenen nachgelagerten Netzbetreibers;
- Art der Gefährdung oder Störung;
- Art, Umfang und, falls zutreffend, Wirkungsort der Maßnahme;
- Grund der Maßnahme (kann auch Anpassung einer bestehenden Anforderung sein);
- Beginn und falls absehbar, voraussichtliches Ende der Gesamtmaßnahme;

Beispielhafte Ausprägungen dieser Informationen sind im Anhang C in Tabelle C.1 dargestellt.

Entsprechende Kommunikationsvorlagen (Formulare) sind im Anhang C beschrieben.

6.1.5 Externe Kommunikation

Im Rahmen der Durchführung von Maßnahmen der Kaskade müssen die gesetzlichen Mitteilungspflichten aus [1]¹ umgesetzt werden. Hilfestellung hierzu gibt [2].

6.1.6 Krisen-Kommunikation

Betrieblich üblicherweise beherrschbare Störungen können zu einer Krise eskalieren, wenn durch Einbindung der Öffentlichkeit deren subjektiv empfundene Gefährdung handlungsbestimmend wird. Eine solche Situation kann nach VDE-AR-N 4143-1, 5.2, z. B. durch Kommunikationsdefizite, eintreten.

Droht während der Durchführung der operativen Kaskade – insbesondere bei Lastabschaltungen – ein krisenhaftes Szenarium, sollten Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Die VDE-AR-N 4143-1 beschreibt in 7.3.4 Kommunikation geeignete Verfahren zur Krisen-Kommunikation.

6.2 Kommunikationstechnik

6.2.1 Automatisierungsgrad der Kommunikation

6.2.1.1 Elektronische Übertragung der Ankündigung, Anforderung und Aufhebung

Die Übertragung der Ankündigung, Anforderung und Aufhebung zwischen vor- und nachgelagertem Netzbetreiber muss elektronisch in einem abgestimmten Nachrichtenformat erfolgen, weil nur so die Zeitvorgaben und die Dokumentation bei der Durchführung von Maßnahmen eingehalten werden können. Empfehlenswert ist außerdem, die Erzeugung von Nachrichten bei kaskadierenden Netzbetreiber und den Empfang von Nachrichten beim anweisenden Netzbetreiber so weit wie möglich zu automatisieren. Zusätzlich wird ein automatisierter Alarmruf durch den kaskadierenden Netzbetreiber empfohlen, um das operative Personal vorab zu informieren.

6.2.1.2 Manuelle Verarbeitung von Nachrichten

Werden Ankündigung, Anforderung und Aufhebung durch das Personal beim Sender und/oder Empfänger manuell erzeugt bzw. versendet, wird die Verarbeitung von Nachrichten an dieser Schnittstelle als manuell bezeichnet. In diesem Fall findet nur die Übertragung der Nachricht elektronisch statt.

Aufgrund der Aufgabenbelastung für das Personal ist in diesem Fall zwischen vor- und nachgelagerten Netzbetreiber abzustimmen, ob Empfangsbestätigungen zu jeder Nachricht von Anforderungen und Aufhebungen übertragen werden sollen.

6.2.1.3 Automatisierte Verarbeitung von Nachrichten

Werden Ankündigung, Anforderung und Aufhebung automatisiert erzeugt und versendet wird die Verarbeitung von Nachrichten an dieser Schnittstelle als automatisiert bezeichnet. Der automatisierte Kommunikationsprozess ist entsprechend Anhang D umzusetzen.

Bei der Datenübertragung sind automatische Empfangsbestätigungen vorzusehen, die Auskunft über den Empfangszeitpunkt und die grundsätzliche Lesbarkeit (Syntax) zurückgeben.

ÜNB und VNB mit Anschluss am Übertragungsnetz müssen die automatisierte Verarbeitung innerhalb von 2 Jahren nach Veröffentlichung einer Branchenlösung für ein einheitliches Datenformat nach 6.2.3 implementieren.

¹ Ziffern in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

6.2.2 Datenwege

Für die Kommunikation zwischen Netzbetreibern im Rahmen der Kaskade sind Datenwege zu nutzen, die den Anforderungen aus [5] entsprechen. Als Notfallebene für den Ausfall der Datenkommunikation muss eine schwarzfallfeste Sprachkommunikation nach [5] zur Verfügung stehen.

Werden öffentliche Netze zur Übertragung von Nachrichten genutzt, müssen sich die verbundenen Netzbetreiber hinsichtlich Signatur und Verschlüsselung abstimmen. Dabei sind die Anforderungen des Informationssicherheits-Managementsystems (ISMS) nach DIN EN ISO/IEC 27001 und die Regelungen des IT-Sicherheitsgesetzes [3] zu erfüllen.

6.2.3 Datenformate

Als Dateiformat für die automatisierte Verarbeitung von Kaskadenmaßnahmen muss ein standardisiertes XML-Format verwendet werden, sofern dies als Branchenlösung vorliegt. Für die Anwendung des XML-Formates gilt ein Übergangszeitraum nach Abschnitt 6.2.1.3.

ANMERKUNG: Die Erarbeitung eines standardisierten Formates wurde bei EDI@Energy initiiert. Bis zum Vorliegen eines standardisierten Formates dürfen auch bilateral abgestimmte XML-Formate verwendet werden.

Die Informationen bei manueller Verarbeitung sollten vorzugsweise im Format PDF oder HTML ausgetauscht werden. Der vorgelagerte Netzbetreiber legt das zu verwendende Format fest.

7 Kommunikationstest und Trainings der operativen Kaskade

7.1 Allgemeines zu Kommunikationstests und Trainings

Die Kommunikationsprozesse zu den unterschiedlichen Szenarien der operativen Kaskade müssen mindestens einmal jährlich an allen Schnittstellen zwischen verbundenen Netzbetreibern getestet werden.

Bei den Tests liegt der Fokus auf der Funktionsfähigkeit der Kommunikationsverbindungen sowie der Überprüfung der Kaskadenstufenzeiten. Darüber hinaus erfolgt durch die Tests ein Training des operativen Betriebspersonals, um den Umgang mit den Werkzeugen zu festigen.

Zusätzlich wird eine über mehrere Netzebenen übergreifende Übung empfohlen, um das Zusammenspiel zu trainieren und die Gesamtkaskadenstufenzeit zu überprüfen.

Grundsätzlich dienen regelmäßige Übungen auch dazu, Verbesserungspotentiale rechtzeitig zu identifizieren. Werden Mängel festgestellt, sind diese unverzüglich zu beseitigen.

Die Dokumentation der Durchführung der Kommunikationstests und deren Ergebnisse muss entsprechend des Testplans [6, Abschnitt 4.4] erfolgen.

7.2 Anforderungen an Kommunikationstest bei automatisierter Verarbeitung von Nachrichten

Bei der automatisierten Verarbeitung von Nachrichten zwischen vor- und nachgelagertem Netzbetreiber (siehe 6.2.1.3) müssen mindestens alle drei Monate Test-Nachrichten versendet werden. Dabei sind Ankündigung, Anforderung, und Aufhebung zu simulieren. Der nachgelagerte Netzbetreiber muss für alle Maßnahmen eine Empfangsbestätigung geben. Für die Anforderung ist zusätzlich eine Rückmeldung der Umsetzung zu geben und dabei mindestens einmal ein Erfüllungshemmnis zurückmelden, um auch diesen Fall zu testen.

Da die Tests in den Produktivsystemen (z. B. Netzleitsystem) stattfinden müssen, sind die innerhalb eines Testlaufs versendeten Nachrichten Ankündigung, Anforderung und Aufhebung eindeutig und unmissverständlich als Test-Nachrichten zu kennzeichnen.

8 Anforderungen an die Dokumentation

Die Dokumentation in der operativen Kaskade dient

- dem Nachweis der ordnungsgemäßen Vorbereitung auf Maßnahmen zur Erhaltung der ausgeglichenen Systembilanz und der Netzsicherheit;
- der Nachvollziehbarkeit von durchgeführten Maßnahmen, deren Wirksamkeit und Diskriminierungsfreiheit und
- zum Nachweis der Kommunikation.

Zu dokumentierende Daten sind:

- Dokumentation des Netzzustandes zu signifikanten Zeitpunkten (Schaltzustand, Auslastung von Betriebsmitteln, Messwerte);
- Einteilung des Versorgungsgebietes in Abschaltgruppen;
- Dokumentation der etwaigen Grenzwertüberschreitung im eigenen Netz;
- bei Netzbetreibern mit nachgelagerten Netzbetreibern: Dokumentation der angeforderten Netzbetreiber inklusive deren Leistungsaufteilung des Aufteilungsschlüssels, signifikante Zeitpunkte und Zeiträume;
- Dokumentation der Kommunikation mit vor- und nachgelagerten Netzbetreibern;
- bei Lastschaltungen: Dokumentation der betroffenen Netzteile, signifikanten Zeitpunkte, Zeiträume und abgeschalteten Leistung;
- bei Zuschaltung von Erzeugungsanlagen: Dokumentation der betroffenen Anlagen, signifikanten Zeitpunkte, Zeiträume und aktivierten Leistung;
- bei der Anpassung der Leistung von Erzeugungsanlagen: Dokumentation der betroffenen Anlagen, signifikanten Zeitpunkte, Zeiträume, Höhe der Anforderungen;
- Dokumentation einzelner Schalthandlungen oder sonstiger operativer Maßnahmen;
- sonstige relevante Informationen (z. B. Unwetterwarnung);
- Dokumentation der Kontakte zu Behörden, Netzkunden usw.

Die dokumentierten Daten sind mindestens bis zum endgültigen Abschluss möglicher Untersuchungen / gerichtlicher Auseinandersetzungen aufzubewahren. Hierbei sind die rechtlichen Rahmenbedingungen zu beachten, unter anderem die der DSGVO [8].

Die Dokumentation sollte vorzugsweise automatisch erfolgen, um eine hohe Qualität zu erreichen und das operative Betriebspersonal zu entlasten.

Anhang A (informativ)

Beispiele für netz- und marktbezogene Maßnahmen zur Sicherstellung der Systemsicherheit

A.1 Hinweise zu den Beispielen

Die Aufzählung ist unsortiert, eine Priorisierung der Maßnahmen innerhalb der beiden Gruppen kann aus den gesetzlichen Regelungen nicht abgeleitet werden. Grundsätzlich sollte der Netzbetreiber aus Gründen der Versorgungssicherheit möglichst die wirksamste Maßnahme ergreifen und aus Effizienzgründen, soweit möglich, die kostengünstigste. Die Entscheidung über den Einsatz einzelner Maßnahmen innerhalb der Gruppen bleibt dem Handelnden unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit und Wirksamkeit überlassen.

Tabelle A.1 – Beispiele für netz- und marktbezogene Maßnahmen

Maßnahmen	netzbezogen	marktbezogen
Topologiemassnahmen	X	
Ausnutzung betrieblich zulässiger Toleranzbänder (Strom und Spannung)	X	
Einsatz von Regelenergie		X
Vertraglich vereinbarte zu- und abschaltbare Lasten		X
Mobilisierung von zusätzlichen Reserven durch den Übertragungsnetzbetreiber		X
Countertrading		X
Redispatch		X

A.2 Erläuterung der Maßnahmen

A.2.1 Topologiemassnahmen

Durch Schalthandlungen im eigenen Netzgebiet einschließlich der Kuppelleitungen sowie lastflusssteuernde Betriebsmittel (Querregeltransformatoren oder Thyristor Controlled Series Compensation) kann, erforderlichenfalls in Abstimmung mit benachbarten Netzbetreibern, der Lastfluss im Netz beeinflusst werden.

A.2.2 Ausnutzung betrieblich zulässiger Toleranzbänder (Spannung, Strom)

Im Rahmen der technischen Möglichkeiten können Betriebsmittel teilweise kurzzeitig überlastet werden ohne die allgemeinen technischen Regeln (z. B. VDE-Bestimmungen) zu verletzen.

A.2.3 Einsatz von Regelenergie

Einsatz der vertraglich vereinbarten Regelenergie. Der Abruf erfolgt dabei entsprechend den Erfordernissen der Netzregelung.

A.2.4 Vertraglich vereinbarte zu- und abschaltbare Lasten

Durch Zu- und Abschalten von Lasten kann die Leistungsbilanz in der Regelzone gesteuert werden. Voraussetzung hierfür ist der Abschluss entsprechender Verträge über geeignete zu- und abschaltbare Lasten. Der Abruf erfolgt nach den Erfordernissen und den vertraglichen Vereinbarungen.

A.2.5 Mobilisierung zusätzlicher Reserven durch den Übertragungsnetzbetreiber

Reicht die einsetzbare Regelleistung nicht aus, um die Leistungsbilanz in der Regelzone auszugleichen, so sind zusätzliche Reserven zu mobilisieren. Dies kann z. B. nicht eingesetzte Leistung in Kraftwerken, das Anfahren sonst nicht genutzter Einheiten bei Kraftwerksbetreibern sowie die Störungsaushilfe durch benachbarte Übertragungsnetzbetreiber (Lieferung von freier Minutenreserve) sein.

A.2.6 Countertrading

Countertrading sind präventive oder kurative, vom Übertragungsnetzbetreiber veranlasste gegenläufige Handelsgeschäfte mit dem Ziel, kurzfristig auftretende Engpässe zu vermeiden oder zu beseitigen.

A.2.7 Redispatch

Als Redispatch wird die präventive oder kurative Beeinflussung von Erzeugungsleistung durch den Netzbetreiber bezeichnet. Er hat das Ziel, kurzfristig auftretende Engpässe durch eine Anpassung der Wirkleistungs- oder Blindleistungseinspeisung zu vermeiden oder zu beseitigen.

Anhang B (informativ)

Wirksamkeit von Maßnahmen

B.1 Allgemeines

Bei der Auswahl von geeigneten Maßnahmen zur Beseitigung von Engpässen im eigenen Netz sowie im Netz vorgelagerter Netzbetreiber ist die Wirksamkeit dieser sicherzustellen. Dies bedeutet die Bewertung der Höhe des Einflusses einer Last oder Einspeisung auf einen Netzengpass oder ein Spannungsproblem.

Die Bewertung der Wirksamkeit erfolgt im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse. Die Maßnahmen sind so in ihrer Wirksamkeit zu bewerten, absteigend zu sortieren und diskriminierungsfrei umzusetzen. Das Verfahren ist nachfolgend beschrieben.

ANMERKUNG Besonderheit für MS-Netzbetreiber: In strahlenförmigen MS-Netzen führt eine Sensitivitätsanalyse grundsätzlich ebenfalls zum richtigen Ergebnis. Der direkte Einfluss angeschlossener Erzeugungsanlagen oder Lasten in reinen MS-Strahlennetzen bedarf jedoch dieser umfangreichen Netzsicherheitsrechnung nicht.

B.2 Sensitivitätsanalyse

Als Sensitivitätsanalyse wird die rechnerische Bestimmung der elektrischen Wirkung von Maßnahmen auf Netzelemente oder -knoten bezeichnet. Diese erfolgt im stationären Zustand und ist Teil vieler Estimationsverfahren in Netzleitsystemen.

Zur Ergreifung einer Maßnahme mit gezielter Wirkung auf den zu entlastenden Netzengpass ist die Sensitivität in der Höhe der Maßnahme zu berücksichtigen. Die Berücksichtigung ist präventiv im Netzleitsystem abzubilden.

B.3 Verfahrensbeschreibung „Erweiterte Sensitivität“

Das Sensitivitätsprinzip wird dahingehend erweitert, dass die Identifizierung der abzuregelnden Leistung nicht bei der einfachen Netzengpassentlastung abgeschlossen, sondern bis zum Erreichen einer doppelten Entlastungswirkung fortgeführt wird.

Aus diesen Maßnahmen werden zwei oder mehrere wirkungsgleiche Gruppen gebildet, welche alternierend umgesetzt werden (siehe Bild B.1).

Zur Vermeidung von Härtefällen kann auch eine gleichzeitige anteilige Anweisung auf alle Gruppen angewendet und auf das alternierende Vorgehen verzichtet werden.

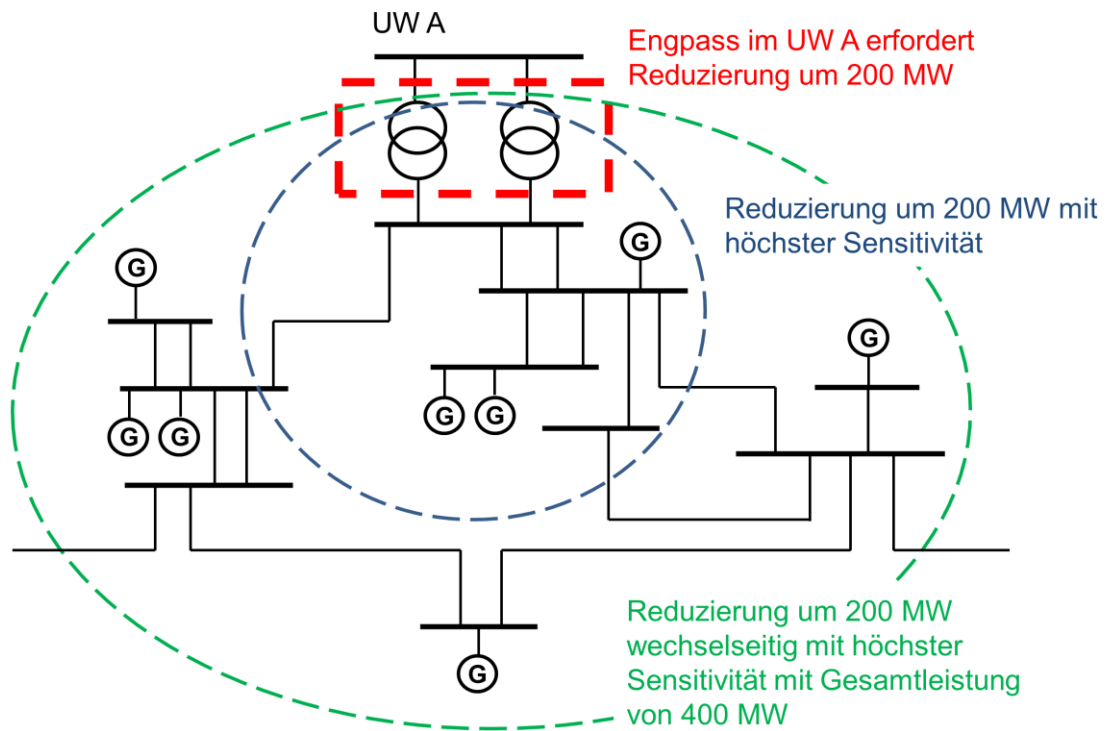


Bild B.1 – Beispielhafte Verfahrensdarstellung „Erweiterte Sensitivität“

Anhang C (informativ)

Formulare

Alle Formulare im Anhang C sind zur Vervielfältigung durch den Anwender dieser VDE-Anwendungsregel bestimmt.

C.1 Formulare für Ankündigung, Anforderung und Aufhebung

Tabelle C.1 – Beschreibung der möglichen Inhalte der Formularfelder

Gefährdung:
<i>Systembilanzproblem – Gefährdung durch Erzeugungsüberschuss/geringe Netzlast</i>
<i>Systembilanzproblem – Gefährdung durch Erzeugungsmangel/hohe Netzlast</i>
<i>Netzsicherheitsproblem – Gefährdung durch lokal zu hohe Erzeugung/zu geringe Netzlast</i>
<i>Netzsicherheitsproblem – Gefährdung durch lokal zu geringe Erzeugung/zu hohe Netzlast</i>
<i>Netzsicherheitsproblem – Gefährdung durch Spannungskollaps</i>
<i>Netzsicherheitsproblem – Gefährdung durch Spannungsüberhöhung</i>
Betroffene Netzgebiete/Teilnetze/Übergabestellen:
<i>gesamtes Netzgebiet</i>
<i>Teilnetz XXX</i>
<i>UW 1 - T411</i>
Art der Anpassung:
<i>Reduzierung Abnahmeleistung/Netzlast</i>
<i>Erhöhung Abnahmeleistung/Netzlast</i>
<i>Aufhebung der Maßnahme</i>
Umfang der Anpassung [MW]
<i>XXXX MW</i>
Gründe der Anpassung:
<i>Situation ist nicht mehr mit anderen Maßnahmen beherrschbar, eine Anpassung von Erzeugungsleistung und/oder der Last gemäß Aufteilungsschlüssel ist erforderlich.</i>
<i>Situation ist nicht mehr mit anderen Maßnahmen beherrschbar, eine Anpassung von Erzeugungsleistung und/oder Last ist erforderlich.</i>
<i>Gefahr einer unzulässigen Spannungsabweichung, eine Anpassung von Erzeugungsleistung und/oder Last ist erforderlich.</i>

Absender:
Netzbetreiber XXX
Netzführende Stelle XXY
Tel.: 0123456789
Fax: 0123456789
E-Mail: mail@netzbetreiber.domain

LOGO

[eindeutige ID] – [lf. Nr]

An: **Netzbetreiber** (inkl. ggf. nachgelagerter Netzbetreiber)

ANKÜNDIGUNG

Es wird die Gefährdungssituation

Systembilanzproblem – Gefährdung durch Erzeugungsmangel/hohe Netzlast

mit folgenden Randbedingungen erwartet, über die wir Sie hiermit informieren:

Art der Anpassung:	Betroffener Netzbereich:	Umfang der Anpassung:	Von:	Voraussichtlich bis:
Reduzierung Abnahmeleistung/ Netzlast	gesamtes Netzgebiet	80 MW	01.01.2023 18:00	01.01.2023 20:30

Bemerkung (optional):

Die Ankündigung zur Durchführung von Maßnahmen erfolgt nach §§ 13, 14 (1) und 14 (1c) EnWG bei nachgelagerten Netzbetreibern und direkt angeschlossenen Kunden.

Aktuell sind durch Sie keine Maßnahmen zu ergreifen.

Mit freundlichen Grüßen
Netzführende Stelle XXX

Diese Information wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig

E VDE-AR-N 4140:2024-04

Absender:
Netzbetreiber XXX
Netzführende Stelle XXY
 Tel.: 0123456789
 Fax: 0123456789
 E-Mail: mail@netzbetreiber.domain

LOGO

[eindeutige ID] – [lf. Nr]

An: **Netzbetreiber** (inkl. ggf. nachgelagerter Netzbetreiber)

ANFORDERUNG

Gefährdungssituation: *Systembilanzproblem – Gefährdung durch Erzeugungsmangel/hohe Netzlast*

Art der Anpassung:	Betroffener Netzbereich:	Umfang der Anpassung:	Von:	Voraussichtlich bis:
<i>Reduzierung Abnahmeleistung/ Netzlast</i>	<i>gesamtes Netzgebiet</i>	<i>80 MW</i>	<i>01.01.2023 18:00</i>	<i>01.01.2023 20:30</i>

Gründe für die Anpassung:

Die Situation ist nicht mehr mit anderen Maßnahmen beherrschbar, eine Anpassung von Erzeugungleistung und/oder Last gemäß Aufteilungsschlüssel ist erforderlich.

Bemerkung (optional):

Die Anforderung zur Durchführung von Maßnahmen erfolgt nach §§ 13, 14 (1) und 14 (1c) EnWG bei nachgelagerten Netzbetreibern und direkt angeschlossenen Kunden.

Als Netzbetreiber ist XXX nach §§ 13, 14 (1) und 14 (1c) EnWG berechtigt, zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung der Systemsicherheit Anpassungen vorzunehmen oder einzufordern.

Mit freundlichen Grüßen
Netzführende Stelle XXX

Diese Information wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

Empfangsbestätigung / Rückmeldung der Umsetzung durch den angeforderten Netzbetreiber:

<input type="checkbox"/>	Empfangsbestätigung (soweit vereinbart)
<input type="checkbox"/>	Rückmeldung der Umsetzung in Höhe von ____ MW (soweit vereinbart)
<input type="checkbox"/>	Meldung eines Erfüllungshemmnis, nicht erfüllte Anpassung: ____ MW Grund des Erfüllungshemmnisses bzw. sonstige Anmerkungen:

 Datum/Uhrzeit Name des Netzbetreibers ----- Unterschrift*

Absender:
Netzführende Stelle XXX
Tel.: 0123456789
Fax: 0123456789
E-Mail: mail@netzbetreiber.domain

LOGO

[eindeutige ID] – [lf. Nr]

An: **Netzbetreiber** (inkl. ggf. nachgelagerter Netzbetreiber)



AUFHEBUNG



Gefährdungssituation: **Systembilanzproblem – Gefährdung durch Erzeugungsmangel/hohe Netzlast**

Endzeitpunkt aller Maßnahmen:

01.01.2023, 20:15

Die Maßnahmen sind nicht mehr erforderlich und werden zum oben genannten Zeitpunkt aufgehoben.

Bemerkung (optional):

Mit freundlichen Grüßen
Netzführende Stelle XXX

Diese Information wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

Empfangsbestätigung durch den angeforderten Netzbetreiber:

<input type="checkbox"/>	Empfangsbestätigung (soweit vereinbart)
--------------------------	---

Datum/Uhrzeit

Name des Netzbetreibers

Unterschrift*

Anhang D (normativ)

Automatisierter Kommunikationsprozess

Finden neben der Übertragung der Nachricht auch die Erstellung und das Versenden bzw. Empfangen automatisiert elektronisch statt, muss der im Folgenden beschriebene Prozess angewendet werden. Für die Schnittstelle zwischen ÜNB und VNB mit Anschluss am Übertragungsnetz ist der automatisierte Prozess mit der Übergangsfrist gemäß 6.2.1.3 verpflichtend.

Im automatisierten Prozess ist für die einzelnen Nachrichten ein standardisiertes XML-Format nach Abschnitt 6.2.3 zu verwenden. Nach jeder Nachrichtenübertragung muss der Empfänger eine Empfangsbestätigung (Acknowledgment - ACK) an den Absender zurücksenden, die Auskunft zum Empfangszeitpunkt und Korrektheit der Syntax (Annahme/Ablehnung) gibt.

Tabelle D.1 – Übertragung Ankündigung, Anforderung und Aufhebung

Prozessziel	<p>Der kaskadierende Netzbetreiber hat dem direkt nachgelagerten Netzbetreiber (in der Rolle anweisender Netzbetreiber) die Maßnahme übermittelt.</p> <p>Der nachgelagerte Netzbetreiber hat eine Rückmeldung über ein Erfüllungshemmnis an den kaskadierenden Netzbetreiber übermittelt, sofern ein Erfüllungshemmnis vorliegt.</p> <p>Der nachgelagerte Netzbetreiber hat eine Rückmeldung an den kaskadierenden Netzbetreiber übermittelt.</p>
Prozessbeschreibung	<p>Der kaskadierende Netzbetreiber</p> <ul style="list-style-type: none"> – kündigt eine Maßnahme vorab an (Ankündigung), – fordert eine Maßnahme an bzw. passt diese an (Anforderung) und – hebt eine (Gesamt-)Maßnahme auf (Aufhebung). <p>Der nachgelagerte Netzbetreiber empfängt die Nachricht und sendet eine Empfangsbestätigung (ACK).</p> <p>Falls beim nachgelagerten Netzbetreiber ein Erfüllungshemmnis erkannt wird, wird der kaskadierende Netzbetreiber unverzüglich informiert.</p> <p>Der nachgelagerte Netzbetreiber gibt nach vollständiger Umsetzung einer Anforderung in allen Kaskadenstufen oder spätestens nach 18 Minuten, unabhängig von der Vollständigkeit der Umsetzung eine Rückmeldung mit Angabe des genauen Umfangs der Umsetzung bei sich selbst und aller nachgelagerten Netzbetreiber.</p>
Rollen	<ul style="list-style-type: none"> – kaskadierender Netzbetreiber – direkt nachgelagerter Netzbetreiber in der Rolle anweisender Netzbetreiber
Vorbedingung	<ul style="list-style-type: none"> – kaskadierender und direkt nachgelagerter Netzbetreiber betreiben die erforderliche Kommunikationsverbindung für die Übertragung von Nachrichten und die Einrichtungen für die automatische Verarbeitung in den eigenen Systemen.
Nachbedingung im Erfolgsfall	<ul style="list-style-type: none"> – Der direkt nachgelagerte Netzbetreiber hat die Anforderung oder Aufhebung vollständig umgesetzt bzw. hat abgeleitete Maßnahmen umsetzen lassen.
Nachbedingung im Fehlerfall	<ul style="list-style-type: none"> – Der kaskadierende Netzbetreiber ist im Falle eines Erfüllungshemmnisses darüber informiert.
Fehlerfälle	<ul style="list-style-type: none"> – Erfüllungshemmnis
Weitere Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Vor dem Versand einer Nachricht an nachgelagerte Netzbetreiber kann der kaskadierende Netzbetreiber durch einen Alarm-Anruf die Übertragung der Nachricht ankündigen.

Tabelle D.2 – Fristen für die Übertragung Ankündigung, Anforderung und Aufhebung

Nr.	Aktion	Frist für Versand der Nachricht	Hinweis / Bemerkung
1	Maßnahme ankündigen, anfordern oder aufheben	Unverzüglich bei Erkennen der Notwendigkeit für eine Maßnahme und spätestens zum Zeitpunkt für den Beginn der Maßnahme.	<p>Die Pflicht zur Übertragung der Ankündigung entfällt, wenn sie nicht bis 15 Minuten vor Übertragung der zugehörigen Anforderung versendet werden kann.</p> <p>Der Zeitpunkt für den Beginn einer Maßnahme Anforderung oder Aufhebung wird in der Nachricht angegeben und ist nicht zwingend der Versandzeitpunkt.</p>
2	Rückmeldung	<p>1. Im Falle eines Erfüllungshemmnisses ist dies unverzüglich nach Erkennen zu melden.</p> <p>2. Eine Rückmeldung erfolgt nach vollständiger Umsetzung einer Maßnahme in allen Kaskadenstufen oder spätestens nach 18 Minuten, unabhängig von der Vollständigkeit der Umsetzung.</p>	<p>Für Ankündigung und Aufhebung sind keine Rückmeldungen zu senden.</p> <p>zu 2. Die Rückmeldung aggregiert die Rückmeldungen der nachgelagerten Netzbetreiber.</p>

Literaturhinweise

- [1] Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 24 des Gesetzes vom 8. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 272) geändert worden ist
- [2] BDEW/VKU *Leitfaden für die Zusammenarbeit der Stromnetzbetreiber im Rahmen der Kaskade*, Version 5.0, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., 21. Dezember 2021
- [3] BSI-Gesetz vom 14. August 2009 (BGBl. I S. 2821), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 23. Juni 2021 (BGBl. I S. 1982) geändert worden ist
- [4] Systemschutzplan der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber, Quelle https://www.netztransparenz.de/xspproxy/api/staticfiles/ntp-relaunch/dokumente/strommarktdesign/emergency%20and%20restoration/veroeffentlichung_systemschutzplan/systemschutzplan_der_uenb_2020_hauptdokument.pdf, 22.01.2021
- [5] Maßnahmenkatalog der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber zum Netzwiederaufbauplan gemäß EU-VO 2017/2196, Quelle https://www.netztransparenz.de/xspproxy/api/staticfiles/ntp-relaunch/dokumente/strommarktdesign/emergency%20and%20restoration/ma%C3%9Fnahmenkatalog%20netzwiederaufbauplan/622-22-008_anlage_1_massnahmenkatalog.pdf, 17.10.2022
- [6] Beschluss BK6-19-249: *Testplan der zur Überprüfung der für den Systemschutzplan und den Netzwiederaufbauplan relevanten Betriebsmittel und Fähigkeiten* https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK6-GZ/2019/BK6-19-249/BK6-19-249_Beschluss_vom_12_11_2020.-html
- [7] FNN Hinweis *Maßnahmen zur Vermeidung spannungskritischer Netzzustände*, Version 2.0, VDE FNN, September 2022
- [8] Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG