

# Testplan

**gemäß Art. 4 Abs. 2 lit. g) der Verordnung (EU) 2017/2196 der Kommission vom 24. November 2017 zur Festlegung eines Netzkodex über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetz**

-

**50Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW**

Dokumenteninformationen:

Dokument	Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017
Bearbeitungsstand	Entwurf
Bearbeitungsdatum	21.10.2019

## Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

1	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	
2	1	Vorwort..... 5
3	2	Ziele des Testplans ..... 6
4	3	Grundsätzliche Regelungen..... 7
5	3.1	Richtlinien und Regelwerke..... 7
6	3.2	Betroffene Anlagen ..... 7
7	3.3	Testverfahren ..... 7
8	3.4	Aufgaben und Rollen..... 8
9	3.4.1	Testverantwortliche..... 8
10	3.4.2	Nachweisempfänger..... 8
11	3.5	Kostentragung ..... 8
12	3.6	Anlässe und Fristen..... 8
13	3.7	Verfahren bei Misserfolg von Überprüfungen ..... 9
14	3.8	Verfahren bei Pflichtverletzungen ..... 9
15	4	Systemschutzplan ..... 10
16	4.1	Maßnahmen bei Frequenzabweichungen ..... 10
17	4.1.1	Unterfrequenzlastabwurfrelais ..... 10
18	4.1.2	Abschaltbare Lasten (mit Frequenzabschaltvorrichtung)..... 11
19	4.1.3	Anpassung der Wirkleistungsabgabe entsprechend einer definierten Statik..... 12
20	4.1.4	Reduktion des Wirkleistungsbezuges der HGÜ-Systeme..... 13
21	4.1.5	Umsteuerung von Pumpspeicherkraftwerken und Leistungsreduktion von Speichern ..... 13
22	4.1.6	Netztrennung von Erzeugungsanlagen ..... 14
23	4.2	Maßnahmen für Spannungsabweichungen ..... 15
24	4.2.1	Blockieren der Transformatorstufenregler ..... 16
25	4.2.2	Maßnahmen der dezentralen Blindleistungseinspeisung ..... 16
26	4.2.3	Automatischer spannungsabhängiger Lastabwurf..... 17
27	4.3	Ansteuerung von Erzeugungsanlagen ..... 18
28	4.4	Überprüfung des Systemschutzplans ..... 18
29	5	Netzwiederaufbauplan..... 21
30	5.1	Netzersatzanlagen ..... 21
31	5.2	Schwarzstarttests..... 21
32	5.3	Betriebsversuche ..... 22
33	5.4	Abfangen auf Eigenbedarf ..... 24
34	5.5	Überprüfung kritischer IT-Systeme und Anlagen ..... 25
35	5.6	Überprüfung Transferverfahren Haupt- und Reserveleitwarte ..... 25

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

36	5.7	Überprüfung des Netzwiederaufbauplans.....	26
37	6	Betriebsmittel für Netzwiederaufbau und Systemschutzplan.....	28
38	6.1	Parallelschalten von Inselnetzen .....	28
39	6.1.1	Überprüfung des Modus für synchrone Netze.....	28
40	6.1.2	Überprüfung des Modus für asynchrone Netze.....	29
41	7	Kommunikationseinrichtungen .....	30
42	7.1	Sprachkommunikation .....	30
43	7.1.1	Betriebstelefonie .....	30
44	7.1.2	Satellitentelefonie .....	31
45	7.2	Datenkommunikation .....	32
46	7.2.1	Systemzustandsmonitor der ÜNB .....	32
47	7.2.2	Netzzustandsmonitor ÜNB-VNB.....	33
48	7.3	Backup-Stromversorgung der Kommunikationssysteme .....	34
49	8	Training und Schulung .....	36
50	8.1	Betriebliche Trainingsveranstaltungen .....	36
51	8.2	Kommunikationsübung Kaskade.....	37
52		Literaturverzeichnis .....	39
53			
54			

55 **Abkürzungsverzeichnis**

<b>Abkürzung</b>	<b>Begriff</b>
AbLa	Abschaltbare Lasten
BNetzA	Bundesnetzagentur
EAS	ENTSO-E Awareness System
ENTSO-E	Verband Europäischer Übertragungsnetzbetreiber
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
gVNB	geschlossene Verteilnetzbetreiber
NC ER	Network Code „Emergency & Restoration“ (deutscher Titel „Netzkodex über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes“)
NEA	Netzersatzanlage
NWA	Netzwiederaufbau
NWAP	Netzwiederaufbauplan
SAFA	Synchronous Area Framework Agreement for Regional Group Continental Europe
SNN	Signifikante Netznutzer (Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen), nähere Definition in SO GL [1] und <a href="http://www.netztransparenz.de">www.netztransparenz.de</a>
SO GL	System Operation Guideline
SOL	Sofort abschaltbare Last
SSP	Systemschutzplan
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
UFLA	Unterfrequenzabhängiger Lastabwurf
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VNB	Verteilnetzbetreiber

## Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

56 **1 Vorwort**

57 Gemäß *EU-Verordnung 2017/2196 „zur Festlegung eines Netzkodex über den Notzustand und*  
58 *den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes“* (NC ER) vom 24. November 2017 [2] haben  
59 die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) am 18. Dezember 2018 der Bundesnetzagentur (BNetzA)  
60 Netzwiederaufbaupläne mit einem Rahmendokument (NWAP) [3] sowie den Systemschutzplan  
61 (SSP) [4] übermittelt.

62 Weiter sind die ÜNB gemäß NC ER Art. 43 [2] verpflichtet, bis 18. Dezember 2019 in Konsultati-  
63 on mit den VNB, den in Art. 11 Abs. 4 und Art. 23 Abs. 4 genannten SNN, den Anbietern von  
64 Systemdienstleistungen zur Vermeidung der Störungsausweitung und den Anbietern von Sys-  
65 temdienstleistungen zum Netzwiederaufbau einen Testplan festzulegen.

66 Der Testplan nennt die zu testenden, für den Systemschutzplan [4] und den Netzwiederaufbau-  
67 plan [3] relevanten Betriebsmittel und Fähigkeiten, beschreibt die Mindestanforderungen an die  
68 durchzuführenden Tests, darunter Testumfang, Testzyklen und Verantwortlichkeiten. Er ist ge-  
69 mäß NC ER Art. 6 Abs. 2 (g) [2] bei der BNetzA einzureichen.

70 Die Übertragungsnetzbetreiber sind gemäß NC ER Art. 5 und Art. 7 [2] zur Konsultation ver-  
71 pflichtet.

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

## 72 **2 Ziele des Testplans**

73 Der NC ER [2] schreibt zur Sicherstellung der Wirksamkeit der im Systemschutzplan [4] und  
74 dem Netzwiederaufbauplan [3] festgelegten Maßnahmen regelmäßige Überprüfungen vor.

75 Die Überprüfungen werden gemäß NC ER [2] in einem Testplan beschrieben. Dieser muss die  
76 zeitlichen Abstände und Bedingungen der Tests enthalten, wobei die Mindestanforderungen  
77 gemäß Art. 44 bis 47 einzuhalten sind.

78 Folgende Artikel des NC ER [2] enthalten Regelungen hinsichtlich erforderlicher Konformität und  
79 Überprüfungen:

80 - Art. 44 Konformitätstests hinsichtlich der Fähigkeiten von Stromerzeugungsanlagen

81 - Art. 45 Konformitätstests bei Verbrauchsanlagen mit lastseitiger Steuerung

82 - Art. 46 Konformitätstests hinsichtlich HGÜ-Fähigkeiten

83 - Art. 47 Konformitätstests bei Unterfrequenzlastabwurf-Relais

84 - Art. 48 Tests der Kommunikationssysteme

85 - Art. 49 Tests von IT-Systemen und Anlagen

86 - Art. 50 Konformitätstests und regelmäßige Überprüfung des Systemschutzplans

87 - Art. 51 Konformitätstests und regelmäßige Überprüfung des Netzwiederaufbauplans

88 Die ÜNB, VNB, SNN und Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau dürfen die  
89 Betriebssicherheit des Übertragungsnetzes und der angeschlossenen Übertragungsnetze wäh-  
90 rend der Tests nicht gefährden. Bei der Durchführung der Tests müssen die Auswirkungen auf  
91 die Netznutzer minimiert werden.

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

## 92 **3 Grundsätzliche Regelungen**

### 93 **3.1 Richtlinien und Regelwerke**

94 Dem Testplan liegen die gültigen Richtlinien und Regelwerke zugrunde:

- 95 - EU-Verordnung 2017/2196 „zur Festlegung eines Netzkodex über den Notzustand und  
96 den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes“ (NC ER) [2]
- 97 - Netzwiederaufbaupläne der ÜNB (intern) [3]
- 98 - Systemschutzplan [4]
- 99 - NC RfG (2016/631): Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger der  
100 Europäischen Kommission [5]
- 101 - NV HVDC (2016/1447): Netzkodex für den Netzanschluss für Hochspannungs-  
102 Gleichstrom-Übertragungssysteme und nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen mit  
103 Gleichstromanbindung [6]
- 104 - NC DCC (2016/1388): Netzkodex für den Lastanschluss der Europäischen Kommission [7]
- 105 - VDE-AR-N 4141-1: Technische Regeln für den Betrieb und die Planung von elektrischen  
106 Netzen - Teil 1: Schnittstelle Übertragungs- und Verteilnetze [8]
- 107 - VDE-AR-N 4140: Kaskadierung von Maßnahmen für die Systemsicherheit von elektrischen  
108 Energieversorgungsnetzen [9]
- 109 - VDE-AR-N 4142: Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) - VDE, „VDE-AR-N 4142:  
110 Automatische Letztmaßnahmen zur Vermeidung von Systemzusammenbrüchen,“ VDE  
111 Verlag GmbH, Berlin, 2018. [10]
- 112 - VDE-AR-N 4120: Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hoch-  
113 spannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung) [11]
- 114 - VDE-AR-N 4130: Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das  
115 Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Höchstspannung) [12]

### 116 **3.2 Betroffene Anlagen**

117 Von den Tests betroffen sind alle relevanten Anlagen, die von

- 118 - ÜNB,
- 119 - Verteilnetzbetreibern (VNB),
- 120 - Betreibern von Erzeugungseinheiten und weiteren signifikanten Netznutzern (SNN), so-  
121 weit sie von den im NC ER [2] enthaltenen Aufgabenstellungen des Netzwiederaufbau-  
122 plans und des Systemschutzplans betroffen sind
- 123 - und Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau  
124 betrieben werden.

### 125 **3.3 Testverfahren**

126 Die durchzuführenden Konformitätstests sind in den folgenden Kapiteln definiert. Dabei ergeben  
127 sich Umfang und die Ausgestaltung sowie die zu führenden Nachweise aus den geltenden Nor-  
128 men und Richtlinien.

## Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

### 129 **3.4 Aufgaben und Rollen**

130 Die folgenden Abschnitte beschreiben die Aufgaben der Beteiligten in ihren Rollen als Testver-  
131 antwortliche und Nachweisempfänger.

#### 132 **3.4.1 Testverantwortliche**

133 In ihrer Rolle als Testverantwortliche sind die jeweils benannten ÜNB, Anschlussnetzbetreiber,  
134 Netznutzer, Netzbetreiber und Anlagenbetreiber für eine eigenständige, termingerechte und  
135 regelkonforme Durchführung von Überprüfungen und Tests sowie für deren Dokumentation  
136 verantwortlich.

137 Sie führen den Nachweis über die erfolgreiche Überprüfung gegenüber dem ÜNB oder An-  
138 schlussnetzbetreiber.

139 Die Nachweise umfassen ausreichende Informationen, um dem ÜNB oder Anschlussnetzbetrei-  
140 ber eine Beurteilung der Überprüfungen und Tests zu ermöglichen. Hierzu gehören ggf. auch  
141 Einstellparameter der technischen Einrichtungen.

142 Darüber hinaus wird die konkrete inhaltliche und formelle Ausgestaltung der Nachweise zwi-  
143 schen den ÜNB und Anschlussnetzbetreiber einerseits und den beteiligten Netznutzern und  
144 Netzbetreibern andererseits festgelegt.

145 Alle Nachweise sind mindestens 10 Jahre aufzubewahren.

#### 146 **3.4.2 Nachweisempfänger**

147 Nachweisempfänger ist entweder der ÜNB oder der Anforderer des Tests. Erfolgt die Anforde-  
148 rung der Nachweise nicht durch den ÜNB, tritt dieser als nachgelagerter Nachweisempfänger  
149 auf. ÜNB und Nachweisempfänger stimmen sich dabei über das Vorgehen bezüglich der Nach-  
150 weise ab.

151 Der Nachweisempfänger erhält von den Testverantwortlichen die Dokumentation der Nachweise  
152 über die durchgeführten Tests. Wenn dies für den jeweiligen Test so festgelegt ist, sind von  
153 den Testverantwortlichen Nachweise unaufgefordert in geeigneter Form spätestens 8 Wochen  
154 nach Ablauf der Überprüfungsfrist zu liefern.

155 Auch wenn keine explizite Übermittlung der Nachweise an den Nachweisempfänger vorge-  
156 schrieben ist, sind die Nachweise im Rahmen der Tests zu erstellen. Der Nachweisempfänger ist  
157 berechtigt, solche Nachweise stichprobenartig einzufordern.

### 158 **3.5 Kostentragung**

159 Die Kosten für die Überprüfungen werden von den Testverantwortlichen getragen. Kosten von  
160 Netzbetreibern stellen gemäß NC ER Art. 8 [2] anrechenbare Netzkosten dar.

### 161 **3.6 Anlässe und Fristen**

162 Ein Nachweis erfolgt mindestens bei Erstinbetriebnahme und bei Wiederinbetriebnahme einer  
163 Anlage nach Änderungen an Anlagenteilen oder Betriebsmitteln, welche sich auf die jeweilige  
164 Fähigkeit auswirken. Gleiches gilt auch nach einem Stillstand einer Anlage von mehr als drei  
165 Monaten.

166 Darüber hinaus enthalten die Regelungen für die einzelnen Tests auch zyklische Überprüfungen.



Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

167 **3.7 Verfahren bei Misserfolg von Überprüfungen**

168 Erbringen die durchgeführten Überprüfungen kein positives oder ausreichendes Ergebnis, so  
169 veranlasst der betroffene Netznutzer oder Netzbetreiber eigenständig geeignete Schritte, um  
170 Abhilfe zu schaffen. Er informiert den zuständigen ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber über die  
171 veranlassten Maßnahmen einschließlich des vorgesehenen zeitlichen Ablaufs und weist den  
172 Erfolg der Maßnahmen mit einer Wiederholung der fehlgeschlagenen Überprüfung nach. Bei  
173 Bedarf werden diese Informationen vom zuständigen ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber einge-  
174 fordert. Gelingt trotz dieser Maßnahmen keine erfolgreiche Überprüfung, wird die Bundesnetza-  
175 gentur vom ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber über diesen Vorgang in Kenntnis gesetzt.

176 **3.8 Verfahren bei Pflichtverletzungen**

177 Kommt ein zu Überprüfungen Verpflichteter seinen Pflichten nach diesem Testplan nicht nach,  
178 wird er vom zuständigen ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber mit Setzung einer Frist aufgefordert,  
179 die fälligen Nachweise zu liefern. Erfolgt dies nach wiederholter Aufforderung nicht, wird die  
180 Bundesnetzagentur vom ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber über diesen Vorgang in Kenntnis  
181 gesetzt.

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

182 **4 Systemschutzplan**

183 Aus dem NC ER [2] ergeben sich folgende Anforderungen für Konformitätstests der Maßnahmen  
 184 bei Frequenz- und Spannungsabweichungen, bei der Ansteuerung von Erzeugungsanlagen und  
 185 Verbrauchsanlagen mit lastseitiger Steuerung sowie bezüglich Systemschutzstudien zu Über-  
 186 und Unterfrequenz und der Überprüfung des Systemschutzplans.

187 **4.1 Maßnahmen bei Frequenzabweichungen**

188 Die Konformitätstests zu Maßnahmen bei Frequenzabweichungen betreffen Funktionen zum  
 189 Lastabwurf über Unterfrequenzlastabwurfrelais, die Ansteuerung von Abschaltbaren Lasten,  
 190 Anpassungen der Leistungsabgabe oder Reduktion des Leistungsbezugs von Anlagen sowie die  
 191 Umsteuerung von Pumpspeicherkraftwerken bei Unterfrequenz.

192 **4.1.1 Unterfrequenzlastabwurfrelais**

193 Lässt sich die Netzfrequenz nicht stabilisieren, sind automatische Letztmaßnahmen im Bereich  
 194 zwischen 49,0 Hz und 48,1 Hz im Rahmen des Systemschutzplans vorgesehen, um ein weiteres  
 195 Absinken der Netzfrequenz zu verhindern und die Wiederherstellung des Leistungsgleichgewich-  
 196 tes zu erreichen. Die ÜNB sind im Rahmen ihrer Systemverantwortung u. a. für die Einhaltung  
 197 des Lastabwurfkonzeptes verantwortlich, ebenso für Reporting, Monitoring und Protokollierung.  
 198 Alle am UFLA-Konzept beteiligten Netznutzer und Netzbetreiber sind zur Informationsweiterga-  
 199 be verpflichtet.

200

<b>Überprüfung Funktion Unterfrequenzlastabwurfrelais</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen - VDE-AR-N 4142 [10] - FNN-Hinweis „Anforderungen an digitale Schutzeinrichtungen“ [13] - FNN-Hinweis „Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen“ [14] - IEC 60255-181 (Ed.1.0 - Measuring relays and protection equipment - Part 181: Functional requirements for frequency protection) [15]
Prüfverfahren - Reporting und Monitoring der Abwurfleistung des UFLA - Regelmäßige Überprüfung der Schutzfunktion der Einrichtungen des UFLA im Rahmen von Schutzprüfungen
<b>Testverantwortlicher</b>
VNB, gVNB, Industriekunden
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Prüftermine</b>
Jährliches Reporting gemäß VDE-AR-N 4142 [10] Mindestens alle fünf Jahre deutschlandweites und auf ein Kalenderjahr bezogenes Monitoring gemäß VDE-AR-N 4142 [10]
<b>Nachweis</b>
Datenlieferung für Reporting (jährlich) Datenlieferung für Monitoring Schutzprüfprotokolle auf Anforderung

201 **4.1.2 Abschaltbare Lasten (mit Frequenzabschalteinrichtung)**

202 Eine Maßnahme zum Gegensteuern bei kurzzeitigen starken Frequenzeinbrüchen ist die auto-  
203 matische frequenzgesteuerte Abschaltung „Sofort abschaltbarer Lasten“ (SOL).

204 Bei einer Unterschreitung der Auslöseschwelle von 49,7 Hz ist innerhalb von 350 ms eine Ab-  
205 schaltung herbeizuführen. Zur Sicherstellung der einwandfreien Funktion der Abschalteinrich-  
206 tungen von SOL ist die Funktionsfähigkeit nachzuweisen. Die Nachweispflicht liegt beim Betrei-  
207 ber (Anbieter) der SOL.

208

<b>Überprüfung „Sofort abschaltbare Last“ (SOL)</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen <ul style="list-style-type: none"> <li>- FNN-Hinweis zur VDN-Richtlinie „Digitale Schutzsysteme“ [13]</li> <li>- AbLaV [16]</li> <li>- „Präqualifikationsanforderungen für AbLa“ Kapitel 3.2.7.1 [17]</li> <li>- Anlage „Anforderungen an Frequenzabschalteinrichtungen für abschaltbare Lasten“ [18]</li> <li>- Bilateraler Vertrag</li> </ul> Prüfverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>- Test der Funktionsfähigkeit der Abwurfrelais</li> </ul>
<b>Testverantwortlicher</b>
Betreiber (Anbieter) von AbLa
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Bei Präqualifikation

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

Prüfzyklus nach Empfehlungen der VDN-Richtlinie
<b>Nachweis</b>
Schutzprüfprotokoll (nach FNN-Hinweis zur VDN-Richtlinie [13]) Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber

209 **4.1.3 Anpassung der Wirkleistungsabgabe entsprechend einer definierten Statik**

210 Erzeugungseinheiten und Speicher müssen, auch wenn sie sich nicht an der Primärregelleistung  
 211 beteiligen, ab einer Netzfrequenz von 50,2 Hz ihre Leistung mit einer vom ÜNB vorgegebenen  
 212 Statik reduzieren. Neuanlagen müssen hierüber hinaus ab einer Unterfrequenz von 49,8 Hz ihre  
 213 Leistung mit einer vom ÜNB vorgegebenen Statik so weit wie möglich erhöhen.

214

<b>Überprüfung Anpassung Wirkleistungsabgabe an die vorgegebene Statik</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen für Neuanlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>- VDE-AR-N 4105 [19]</li> <li>- VDE-AR-N 4110 [20]</li> <li>- VDE-AR-N 4120 [11]</li> <li>- VDE-AR-N 4130 [12]</li> </ul> Anforderungen für Bestandsanlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>- TC2007 [21]</li> <li>- DC2007 [22]</li> <li>- BDEW-Mittelspannungsrichtlinie [23]</li> </ul> Prüfverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung der Funktion</li> </ul>
<b>Testverantwortlicher</b>
Betreiber von Erzeugungsanlagen (Unterscheidung zwischen Alt- und Neuanlagen)
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber
<b>Prüftermine</b>
Bei Erstinbetriebnahme Nach jeder Änderung an Betriebsmitteln, die sich auf die genannte Fähigkeit auswirkt, bei der Wiederinbetriebnahme nach der Instandsetzung der Anlage Nach einer Stillstandzeit von mehr als drei Monaten

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber

215 **4.1.4 Reduktion des Wirkleistungsbezuges der HGÜ-Systeme**

216 Die Überprüfung betrifft den Übergang von HGÜ-Verbindungen in andere Synchrongebiete in  
 217 den Modus zur Reduktion des Wirkleistungsbezuges bis zur Wirkleistungseinspeisung.

218

<b>Überprüfung Reduktion Wirkleistungsbezug HGÜ-Systeme</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Prüfung der Funktion Testen der Einstellparameter
<b>Testverantwortlicher</b>
Anlagenbetreiber
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber
<b>Prüftermine</b>
Bei Erstinbetriebnahme Nach jeder Änderung an Betriebsmitteln, die sich auf die genannte Fähigkeit auswirkt, bei der Wiederinbetriebnahme nach der Instandsetzung der Anlage Nach einer Stillstandzeit von mehr als drei Monaten
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber

219 **4.1.5 Umsteuerung von Pumpspeicherkraftwerken und Leistungsreduktion von**  
 220 **Speichern**

221 Zur Stützung des Netzes bei Absinken der Netzfrequenz werden in mehreren Stufen automa-  
 222 tisch

- 223 - Generatoren der Pumpspeicherkraftwerke in den Generatorbetrieb gefahren,
- 224 - noch im Pumpbetrieb befindliche Maschinen in den Generatorbetrieb umgesteuert,
- 225 - bei weiterem schnellem Absinken der Netzfrequenz noch in Betrieb befindliche Pumpen  
 226 unverzögert abgeworfen und
- 227 - reduzieren Speichersysteme ihren Wirkleistungsbezug bis zur Wirkleistungseinspeisung.

228 Die Frequenzstufen werden zwischen ÜNB und dem Anlagenbetreiber bilateral vereinbart.

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

229

<b>Umsteuerung von Pumpspeicherkraftwerken und Leistungsreduktion Speichersysteme</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
<p>Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systemschutzplan [4]</li> </ul> <p>Prüfverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung der Funktion bei den jeweiligen Frequenzschwellen</li> <li>- Testen der Einstellparameter</li> </ul>
<b>Testverantwortlicher</b>
Anlagenbetreiber
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
<p>Bei Erstinbetriebnahme</p> <p>Nach jeder Änderung an Betriebsmitteln, die sich auf die genannte Fähigkeit auswirkt, bei der Wiederinbetriebnahme nach der Instandsetzung der Anlage</p> <p>Nach einer Stillstandzeit von mehr als drei Monaten</p> <p>Jährliche Prüfung der Auslösewege</p> <p>Abwurf der Pumpen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mindestens alle fünf Jahre</li> <li>- auch im Rahmen von ohnedies stattfindenden Prüfungen der Funktion</li> </ul>
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber

230 **4.1.6 Netztrennung von Erzeugungsanlagen**

231 Beim Verlassen des Frequenzbereichs von 47,5 Hz bis 51,5 Hz ist die Netztrennung der Erzeu-  
 232 gungsanlagen mit dem Ziel erlaubt, dass sich große Erzeugungsanlagen auf Eigenbedarf abfan-  
 233 gen (siehe auch Kapitel 5.4) und für Netzwiederaufbaumaßnahmen zur Verfügung stehen. Der  
 234 Nachweis der Funktionalität erfolgt im Rahmen der Inbetriebnahme und ist bei wesentlichen  
 235 Änderungen des Kraftwerks wieder nachzuweisen.

236

<b>Netztrennung von Erzeugungsanlagen</b>
---

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
<p>Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VDE-AR-N 4105 [19]</li> <li>- VDE-AR-N 4110 [20]</li> <li>- VDE-AR-N 4120 [11]</li> <li>- VDE-AR-N 4130 [12]</li> <li>- TC2007 [21]</li> <li>- DC2007 [22]</li> </ul> <p>Prüfverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung der Funktion</li> </ul>
<b>Testverantwortlicher</b>
Betreiber von Erzeugungsanlagen
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber
<b>Prüftermine</b>
<p>Bei Erstinbetriebnahme</p> <p>Nach jeder Änderung an Betriebsmitteln, die sich auf die genannte Fähigkeit auswirkt, bei der Wiederinbetriebnahme nach der Instandsetzung der Anlage</p> <p>Nach einer Stillstandzeit von mehr als drei Monaten</p>
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber

237 **4.2 Maßnahmen für Spannungsabweichungen**

238 Das Konzept der automatischen Letztmaßnahmen zur Vermeidung eines Spannungskollapses  
 239 gemäß der VDE-AR-N 4142 [10] beinhaltet folgende Maßnahmen:

- 240 - Automatisches Blockieren der Regler von HöS/HS-Transformatoren
- 241 - Automatisches Blockieren der Regler von HS/MS-Transformatoren und unterlagerter
- 242 Transformatoren (zentral über das Netzleitsystem des Verteilnetzbetreibers oder dezentral
- 243 in der Sekundärtechnik der HS/MS-Schaltanlage)
- 244 - Maßnahmen der dezentralen Blindleistungseinspeisung
- 245 - Automatischer spannungsabhängiger Lastabwurf

246 Unter Beachtung der regionalen Gegebenheiten erfolgt eine abgestimmte Umsetzung der ge-  
 247 eigneten Maßnahme zwischen ÜNB und VNB gemäß VDE-AR-N 4141-1 [8].

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

248 Bei Rechner-Rechnerkopplungen zwischen ÜNB und VNB oder VNB und VNB ist die Funktions-  
 249 kette zur Vermeidung eines Spannungskollapses mindestens einmal jährlich zu überprüfen.

250 **4.2.1 Blockieren der Transformatorstufenregler**

251 Das Blockieren der Transformatorstufenregler gehört zu den Maßnahmen zur Vermeidung eines  
 252 Spannungskollapses.

253

<b>Überprüfung „Blockieren der Transformatorstufenregler“</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen - VDE-AR-N 4141-1 [8] - VDE-AR-N 4142 [10] - FNN-Hinweis „Anforderungen an digitale Schutzeinrichtungen“ [5] - FNN-Hinweis „Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen“ [6] - IEC 60255-181 (Ed.1.0 - Measuring relays and protection equipment - Part 181: Functional requirements for frequency protection) [15]
Prüfverfahren - Prüfung der Funktion - Reglerblockierung testen - Regler EIN/AUS-Schalten bei Prüfungen - Fernsteuerung
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Jährlich
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber

254 **4.2.2 Maßnahmen der dezentralen Blindleistungseinspeisung**

255 Eine dezentrale Blindleistungseinspeisung gehört zu den Maßnahmen zur Vermeidung eines  
 256 Spannungskollapses.



Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

257

<b>Überprüfung „ Maßnahmen der dezentralen Blindleistungseinspeisung“</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen <ul style="list-style-type: none"> <li>- VDE-AR-N 4142 [10]</li> <li>- Anschlussrichtlinien des VDE (4110 [20], 4120 [11] und 4130 [12])</li> </ul> Prüfverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung der Funktion</li> </ul>
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, Betreiber von Erzeugungsanlagen
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Jährlich
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber

258 **4.2.3 Automatischer spannungsabhängiger Lastabwurf**

259 Der automatische spannungsabhängige Lastabwurf gehört zu den Maßnahmen zur Vermeidung  
 260 eines Spannungskollapses, soweit entsprechende Einrichtungen gemäß AR 4142 [10] vorhan-  
 261 den sind.

262

<b>Überprüfung „Automatischer spannungsabhängiger Lastabwurf“</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen <ul style="list-style-type: none"> <li>- VDE-AR-N 4142 [10]</li> <li>- Anschlussrichtlinien des VDE (4110 [20], 4120 [11] und 4130 [12])</li> </ul> Prüfverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung der Funktion</li> </ul>
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, SNN

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Jährlich
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber

263 **4.3 Ansteuerung von Erzeugungsanlagen**

264 Erzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, auf Anweisung ihre Wirk- und Blindleistungsabgabe zu ändern.  
265

266

<b>Überprüfung „ Ansteuerung von Erzeugungsanlagen“</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen - VDE-AR-N 4130 - Abschnitt 4.1 [12] Prüfverfahren - Funktion einschließlich Ansteuerung
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, Betreiber von Erzeugungsanlagen
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB auf Anforderung, Anschlussnetzbetreiber
<b>Prüftermine</b>
Alle drei Jahre
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber

267 **4.4 Überprüfung des Systemschutzplans**

268 Der ÜNB überprüft mindestens alle fünf Jahre seinen Systemschutzplan [4] auf Wirksamkeit.  
269 Eine Überprüfung ist auch vor Änderungen der Netzkonfiguration notwendig. Bei Bedarf ist der  
270 Systemschutzplan anzupassen.

271 Bei der Überprüfung werden

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

- 272 - Netzausbau,
- 273 - Betriebsmittel,
- 274 - SNN,
- 275 - Tests und Störfälle sowie
- 276 - Betriebsdaten
- 277 berücksichtigt.
- 278 Für die Überprüfung des Systemschutzplans für Über- und Unterfrequenz auf Wirksamkeit ist
- 279 eine simulative Prüfung der Konzepte zur automatischen Frequenzregelung vorgesehen.
- 280 Für diese simulative Prüfung ist eine vertiefte Zusammenarbeit zwischen den Verbundnetzpart-
- 281 nern notwendig. Eine detaillierte Aufstellung der für die Systemstudien benötigten Detailinfor-
- 282 mationen kann dem Kapitel 6 des Systemschutzplans [4] entnommen werden. Informationen
- 283 zwischen den Übertragungsnetzbetreibern innerhalb des Verbundnetzes werden im Rahmen der
- 284 ENTSO-E-Kooperationen erhoben und ausgetauscht.
- 285 Das Vorgehen und die Grundlagen für die durch den ÜNB durchzuführende Systemstudien sind
- 286 im Systemschutzplan beschrieben. Da die hierfür notwendigen Daten nur schwer zu beschaffen
- 287 und bereitzustellen sind, werden durch den ÜNB statistische Erhebungen von direkt nachgela-
- 288 gerten Netzbetreibern und signifikanten Netznutzern angefordert, mindestens in folgenden Um-
- 289 fang:
  - 290 - Nennleistung und Typ von direkt oder in nachgelagerten Netzgebieten angeschlossen Er-
  - 291 zeugungsanlagen
  - 292 - Aufschlüsselung nach Inbetriebsetzungsdatum und geltender Anschlussrichtlinie
  - 293 - Informationen über geltende Anforderungen bezüglich frequenzabhängiger Wirkleis-
  - 294 tungseinspeisung (bspw. als Dokument)
  - 295 - Daten zur Umsetzung des UFLA (Auslösezeiten, Bezugsleistung, Auslösestufen)
- 296 Die simulative Überprüfung erfolgt durch die ÜNB gemäß Systemschutzplan [4].
- 297

<b>Systemschutzstudien Über- und Unterfrequenz</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Datenlieferung an ÜNB und Anschlussnetzbetreiber Simulation durch die ÜNB
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Unregelmäßig, alle fünf Jahre



Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Nachweis</b>
An ÜNB

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

298 **5 Netzwiederaufbauplan**

299 **5.1 Netzersatzanlagen**

300 Netzersatzanlagen (Dieselgeneratoren, Batterie-Anlagen, Hausmaschinen in Pumpspeicher-  
 301 kraftwerken, ...) dienen u.a. der schwarzfallsicheren Absicherung der Eigenbedarfsversorgung  
 302 der netz- und systemführenden Stellen, des Prozess- und Kommunikationsnetzes, der für den  
 303 Netzwiederaufbau relevanten Umspannwerke und Schaltanlagen und der Leitstellen der für den  
 304 Netzwiederaufbau relevanten Erzeugungsanlagen.

305

<b>Überprüfung „Funktion von Netzersatzanlagen“</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Überprüfung von Dieselgeneratoren, Batterien-Anlagen oder Hausmaschinen, die für die Eigenbedarfsversorgung der Leitstelle(n), des Prozessnetzes oder der Anlage zuständig sind Probeläufe mit und ohne Last sowie Überprüfung der Umschaltautomatiken
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, SNN
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Alle drei Monate Probelauf ohne Last Einmal jährlich Test der Umschaltautomatiken Alle zwei Jahre Probelauf mit Belastung
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber Geeignete Dokumentation der Prüfungen (schließt Diagramme mit Messwerten und Zeitverläufen ein) Dokumentation der Primärenergievorhaltung

306 **5.2 Schwarzstarttests**

307 Schwarzstarttests sind Bestandteil der vertraglichen Modalitäten für Anbieter von Systemdienst-  
 308 leistungen zum Netzwiederaufbau. Sie dienen der regelmäßigen Überprüfung der vertraglich  
 309 zugesicherten Fähigkeit von Schwarzstartanlagen zur Erbringung der Systemdienstleistung  
 310 „Schwarzstartfähigkeit“.

311

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Überprüfung „Test Schwarzstart“</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
<p>Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertragliche Modalitäten für Anbietern von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau</li> <li>- Individuelle Verträge mit Anbietern der Systemdienstleistung „Schwarzstartfähigkeit“</li> </ul> <p>Prüfverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionstest</li> </ul>
<b>Testverantwortlicher</b>
Betreiber von den ÜNB kontrahierten Schwarzstartanlagen
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
<p>Bei Erstinbetriebnahme</p> <p>Nach Änderungen an Anlagenteilen oder Betriebsmitteln, welche sich auf die jeweilige Fähigkeit auswirken</p> <p>Nach Wiederinbetriebnahme nach einem Stillstand von mehr als drei Monaten</p> <p>Jährliche Prüfung</p>
<b>Nachweis</b>
<p>Gemäß den vertraglichen Vereinbarungen an den ÜNB</p> <p>Geeignete Dokumentation der Prüfungen (schließt Diagramme mit Messwerten und Zeitverläufen ein)</p>

312 **5.3 Betriebsversuche**

313 Betriebsversuche sind Bestandteil der vertraglichen Modalitäten für Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau. Sie dienen der Erprobung und dem Nachweis, dass die im  
 314 Netzwiederaufbauplan des ÜNB festgelegten Vorgehensweisen und Handlungsprozesse unter  
 315 realistischen Bedingungen tatsächlich möglich sind. Ein Betriebsversuch involviert relevante  
 316 Akteure, um die vollständige Funktion des Schwarzstartkonzepts innerhalb des Netzwiederauf-  
 317 bauplans zu überprüfen und erweiterte Erkenntnisse zu erlangen. Betriebsversuche können  
 318 dabei die betreffenden Hochfahrnetze / Schwarzstartpfade vollumfänglich beinhalten oder aber  
 319 auch in reduzierter Form wesentliche Teilaspekte abdecken.  
 320

321 Vollumfängliche Betriebsversuche beinhalten das Schalten des vollständigen betreffenden Hoch-  
 322 fahrnetzes / Schwarzstartpfades und die Einbeziehung aller im Konzept involvierten Partner.  
 323 Diese Versuche verursachen sehr hohe Aufwände aufgrund der erforderlichen umfangreichen  
 324 Freischaltungen im Netz und werden nach Bedarf bzw. bei signifikanten Änderungen durchge-  
 325 führt.

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

- 326 Reduzierte Betriebsversuche beschränken sich hingegen auf Teile des Hochfahnetzes /  
 327 Schwarzstartpfads oder stellen eine Abwandlung dieser dar. Es sind neben den betreffenden  
 328 Schwarzstartanlagen geeignete Lasten einzubeziehen. Diese Versuche finden in der Regel alle  
 329 fünf Jahre statt.
- 330 Für Betriebsversuche sind grundsätzlich die jeweilige Situation im Netz sowie die Belange der  
 331 Anlagenbetreiber und weiterer involvierter Partner zu berücksichtigen. Entsprechend kann es  
 332 dadurch zu einer Anpassung des Prüfumfanges oder einer Verschiebung des Betriebsversuchs  
 333 kommen und der Zeitraum von fünf Jahren ausgedehnt werden.
- 334

<b>Überprüfung „Betriebsversuche“</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Vertragliche Modalitäten für Anbietern von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau Festlegung des Prüfumfanges durch den zuständigen ÜNB Individuelle Verträge und Vereinbarungen mit Anbietern der Systemdienstleistung „Schwarzstartfähigkeit“
<b>Testverantwortlicher</b>
Hauptverantwortlicher / Koordinator: ÜNB Anlagen- / Teilverantwortung: Betreiber der vom ÜNB kontrahierten Schwarzstartanlagen, SNN und sofern erforderlich VNB.
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB, Betreiber der vom ÜNB kontrahierten Schwarzstartanlagen, SNN und, sofern erforderlich, VNB
<b>Prüftermine</b>
Betriebsversuche finden in der Regel alle fünf Jahre statt.  Anmerkung: Hierfür sind insbesondere die jeweilige Situation im Netz sowie die Belange der Anlagenbetreiber und weiterer involvierter Partner zu berücksichtigen. Entsprechend kann es dadurch zu einer Anpassung des Prüfumfanges oder einer Verschiebung des Betriebsversuchs kommen und der Zeitraum von fünf Jahren ausgedehnt werden.
<b>Nachweis</b>
Gemäß den vertraglich Vereinbarung an den ÜNB Geeignete Dokumentation der Prüfungen (schließt Diagramme mit Messwerten und Zeitverläufen ein) Erstellung eines Abschlussberichts durch den ÜNB

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

335 **5.4 Abfangen auf Eigenbedarf**

336 Erzeugungsanlagen am Hoch- und Höchstspannungsnetz müssen gemäß der TAR Hoch- (VDE-  
337 AR-N 4120 [11]) und Höchstspannung (VDE-AR-N 4130 [12]) sowie der vorangegangenen Re-  
338 gelwerke die technische Fähigkeit nachweisen, sich bei einer Trennung vom Netz entweder:

- 339 - unabhängig vom Netz für zwei Stunden mit Eigenbedarf zu versorgen und innerhalb von  
340 15 min in der Lage sein, sich mit dem Netz zu resynchronisieren,
- 341 - ohne zwischenzeitliche Eigenbedarfsversorgung von bis zu zwei Stunden nach Wiederher-  
342 stellung der Eigenbedarfsversorgung innerhalb von 15 min zu resynchronisieren,
- 343 - auf Eigenbedarf aus jedem gemäß Generator-Leistungsdigramm zulässigen Betriebspunkt  
344 abzufangen und für zwei Stunden in diesem Betriebszustand betrieben werden zu können.

345 Im Rahmen der mit dem Anschlussnetzbetreiber vereinbarten Tests zum Abfangen auf Eigen-  
346 bedarf ist auch die Fähigkeit zur kontrollierten Zuschaltung mit Synchronisation der Anlage zu  
347 testen. Dies beinhaltet das Schließen des Leistungsschalters nach Synchronisation und die Wie-  
348 deraufnahme der Wirkleistungseinspeisung. Beide Überprüfungen stellen die Erfüllung der tech-  
349 nischen Grundanforderungen gemäß technischer Anschlussrichtlinien (TAR) in Folge von Ände-  
350 rungen an der Anlage sicher.

351

<b>Überprüfung „Abfangen auf Eigenbedarf“</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
<p>Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- für die Erzeugungsanlage jeweils gültigen technischen Anschlussbedingungen (Transmission Code 2007 [21], VDE-AR-N 4120 [11], VDE-AR-N 4130 [12], etc.)</li> <li>- NC ER Art. 44 Abs. 2 [2]</li> <li>- Netzanschlussregeln der Anschlussnetzbetreiber</li> </ul> <p>Prüfverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionstest</li> </ul>
<b>Testverantwortlicher</b>
Betreiber von Erzeugungsanlagen mit Anschluss an der Hoch- und Höchstspannung
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB, Anschlussnetzbetreiber
<b>Prüftermine</b>
<p>Bei Erstinbetriebnahme</p> <p>Nach Änderungen an Anlagenteilen oder Betriebsmitteln, welche sich auf die jeweilige Fähigkeit auswirken, spätestens aber nach fünf Jahren</p> <p>Nach Wiederinbetriebnahme nach einem Stillstand von mehr als zwei Jahren</p> <p>Nach zweimaligem aufeinanderfolgendem Scheitern des Abfangens auf Eigenbedarf-</p>



Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

Inselbetrieb oder Synchronisation
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB oder Anschlussnetzbetreiber Geeignete Dokumentation der Prüfungen (schließt Diagramme mit Messwerten und Zeitverläufen ein)

352 **5.5 Überprüfung kritischer IT-Systeme und Anlagen**

353 Der ÜNB testet die Funktionsfähigkeit kritischer IT-Systeme und Anlagen mindestens alle drei  
354 Jahre unter Berücksichtigung von Haupt- und Reserve-Systemen und -Anlagen. Bei Bedarf sind  
355 die beteiligten VNB und SNN zu den Tests hinzuzuziehen.

356

<b>Überprüfung kritischer IT-Systeme und Anlagen</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen - SO GL [1] Prüfverfahren - Prüfung der Funktion
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, SNN
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Mindestens alle drei Jahre
<b>Nachweis</b>
Testdokumentation beim ÜNB

357 **5.6 Überprüfung Transferverfahren Haupt- und Reserveleitwarte**

358 Der ÜNB testet das Transferverfahren zur Übertragung von Funktionen der Hauptleitwarte in  
359 die Reserveleitwarte mindestens einmal jährlich.

360

<b>Überprüfung „Transferverfahren Haupt- und Reserveleitwarte“</b>
--

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen - NC ER [2]
Prüfverfahren - Prüfung der Funktionsübertragung zwischen Haupt- und Reserveleitwarte
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Mindestens einmal jährlich
<b>Nachweis</b>
Testdokumentation beim ÜNB

361 **5.7 Überprüfung des Netzwiederaufbauplans**

362 Der ÜNB überprüft mindestens alle fünf Jahre seinen Netzwiederaufbauplan, insbesondere das  
 363 Schwarzstartkonzept (Netzwiederaufbau aus eigener Kraft), auf Wirksamkeit. Eine Überprüfung  
 364 ist auch vor Änderungen der Netzkonfiguration notwendig. Bei Bedarf ist der Netzwiederauf-  
 365 bauplan anzupassen.

366 In statischen und dynamischen Computersimulationen erfolgt die Überprüfung der wesentlichen  
 367 Aspekte des Netzwiederaufbauplans unter Verwendung ÜNB-eigener, von den relevanten VNB  
 368 und SNN gelieferten Daten. Die Überprüfung umfasst mindestens:

- 369 - die im Schwarzstartkonzept definierten Schwarzstartpfade bzw. Hochfahrnetze,
- 370 - Szenarien mit Spannungsvorgabe benachbarter ÜNB zum Anfahren von Erzeugungsanla-  
 371 gen in der Regelzone,
- 372 - Szenarien der schrittweisen Lastwiederzuschaltung,
- 373 - Resynchronisationsverfahren für Netze im Inselbetrieb sowie
- 374 - die Überprüfung der Schutzeinstellungen.

375

<b>Überprüfung des Netzwiederaufbauplans (Simulationstechnische Verifizierung)</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen - Art. 51 (1) NC ER [2]

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

Prüfverfahren - statische und dynamische Simulationsberechnungen durch den ÜNB
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
mindestens alle fünf Jahre
<b>Nachweis</b>
Dokumentation der Simulationsberechnungen und Erstellung eines Abschlussberichts

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

376 **6 Betriebsmittel für Netzwiederaufbau und Systemschutzplan**

377 **6.1 Parallelschalten von Inselnetzen**

378 Parallelschaltgeräte (PSG) werden im Höchstspannungsnetz verwendet, um abgeschaltete  
 379 Stromkreise im synchronen Netz wieder zuzuschalten oder getrennte asynchrone Netze bei  
 380 Großstörungen nach Netztrennungen wieder an geeigneten Kuppelstationen über einen Lei-  
 381 stungsschalter parallelzuschalten. In allen Fällen muss dies ohne Netzstörungen oder unzulässige  
 382 Kraftwerksbelastungen erfolgen.

383 Prinzipiell werden in dem PSG

- 384 - die Winkeldifferenz  $\Delta\vartheta$ ,
- 385 - die Frequenzdifferenz  $\Delta f$  und
- 386 - die Spannungsdifferenz  $\Delta U$

387 über dem offenen Leistungsschalter überwacht, der mit Hilfe des PSG eingeschaltet werden  
 388 soll. Weiterhin wird der zulässige Bereich der Spannung und der Frequenz, in dem das PSG  
 389 schalten würde, überwacht.

390 Hierbei ist sowohl die konzeptgemäße Funktionalität bei Erfüllung der Einschaltbedingungen  
 391 (Leistungsschalter schaltet EIN) als auch bei Überschreitung der zulässigen Grenzwerte (Lei-  
 392 stungsschalter schaltet nicht EIN) zu prüfen.

393 Grundsätzlich sind zwei unterschiedliche Arbeitsmodi im PSG möglich:

- 394 - Schalten im synchronen Netz
- 395 - Schalten im asynchronen Netz

396 **6.1.1 Überprüfung des Modus für synchrone Netze**

397 Mindestens einmal jährlich ist jedes Parallelschaltgerät zum synchronen Einschalten des Lei-  
 398 stungsschalters zu nutzen. Hierzu ist das jeweilige Parallelschaltgerät von der steuernden Stelle  
 399 aus zu aktivieren.

400

<b>Überprüfung Parallelschaltgeräte im Modus für synchrone Netze</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Überprüfen der Funktion
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, SNN
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Jährlich

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Nachweis</b>
Schutzprüfprotokoll Auf Anforderung von ÜNB

401 **6.1.2 Überprüfung des Modus für asynchrone Netze**

402 Mindestens alle vier Jahre ist die Funktionalität zur Zusammenschaltung zweier asynchroner  
 403 Netze mittels Parallelschaltgerät zu überprüfen. Das Parallelschaltgerät ist durch die steuernde  
 404 Stelle zu aktivieren.  
 405

<b>Überprüfung Parallelschaltgeräte im Modus für asynchrone Netze</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Überprüfen der Funktion
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, SNN
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
alle vier Jahre (FNN-Hinweis zur VDN-Richtlinie für Digitale Schutzsysteme)
<b>Nachweis</b>
Schutzprüfprotokoll auf Anforderung von ÜNB

406

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

407 **7 Kommunikationseinrichtungen**

408 Die Einrichtungen für die Sprach- und Datenkommunikation sind unverzichtbare Hilfsmittel zur  
 409 Koordination von Maßnahmen aus dem Netzwiederaufbauplan [3] und dem Systemschutzplan  
 410 [4]. Der Umfang der Prüfungen richtet sich nach dem Vorhandensein von Kommunikationsein-  
 411 richtungen und Backup-Stromversorgungssystemen.

412 **7.1 Sprachkommunikation**

413 Die ÜNB, VNB, für den Netzwiederaufbau relevante SNN und Anbieter von Systemdienstleistungen  
 414 zum Netzwiederaufbau führen mindestens einmal jährlich einen Test der Sprachkommuni-  
 415 kationssysteme durch.

416 **7.1.1 Betriebstelefonie**

417 Als Regelkommunikationsebene steht die vom öffentlichen Telefonnetz unabhängige Betriebstele-  
 418 fonie zur Verfügung. Die Systeme der Betriebstelefonie sind auch im Krisenfall höchst verfüg-  
 419 bar, da sie unabhängig vom öffentlichen Telefonnetz betrieben werden, redundant aufgebaut  
 420 sowie mit USV- oder NEA-Anlagen schwarzfallfest abgesichert sind. Die Betriebstelefonie dient  
 421 als Notfallebene für die Kommunikation der ÜNB.

422 Zur Überprüfung der redundanten Wegeführung und Schwarzfallfestigkeit einschließlich der  
 423 Unterbrechung der öffentlichen und eigenen Kommunikationswege (Regel- und Ersatzweg),  
 424 sind folgende Verbindungen zu testen:

- 425 - ÜNB <-> ÜNB
- 426 - ÜNB <-> VNB 1. Ebene
- 427 - ÜNB <-> SNN
- 428 - VNB 1. Ebene <-> SNN
- 429 - ÜNB <-> für den NWA relevante Umspannwerke

430

<b>Überprüfung Betriebstelefonie</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Prüfung der Einzelverbindungen (für schwarzfallfeste Verbindungen auch unter Schwächung der Redundanz und mit Trennung von öffentlichen Netzen) Komponententest
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, SNN, Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Prüftermine</b>
Funktion: jährlich, sofern die Einzelverbindungen nicht im laufenden Betrieb genutzt werden Alle zwei Jahre Überprüfung der redundanten Wegeföhrung und Schwarzfallfestigkeit einschließlich der Unterbrechung der öffentlichen und eigenen Kommunikationswege (Regel- und Ersatzweg)
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB

431 **7.1.2 Satellitentelefonie**

432 Bei einem Komplettausfall der öffentlichen Telefonie und der Betriebstelefonie stehen bei den  
433 für den NWA relevanten Partnern zusätzlich Satellitentelefone zur Verfügung. Es ist sicherzustellen,  
434 dass die Leitstellen der ÜNB und die für die Netz- und Systemführung relevanten Partner  
435 über die Satellitentelefonie desselben Anbieters verfügen und damit die Kommunikation nicht  
436 von der Verfügbarkeit von Bodenstationen abhängig und damit unabhängig von der örtlichen  
437 Energieversorgung ist. Aus diesem Grund halten die ÜNB die SAT-Telefonie-Anbieter Inmarsat  
438 und Iridium vor.

439 Mindestens einmal jährlich werden folgende Satellitentelefon-Verbindungen getestet, wobei  
440 immer beide SAT-Telefonie-Anbieter geprüft werden:

- 441 - ÜNB <-> ÜNB
- 442 - ÜNB <-> VNB 1. Ebene
- 443 - ÜNB <-> SNN
- 444 - VNB 1. Ebene <-> SNN
- 445 - ÜNB <-> ÜNB interne Hilfs- oder Ersatzsteuerstellen

446 Zu besserer Durchführbarkeit werden die Tests aufgeteilt und quartalsweise durchgeführt.

447

<b>Überprüfung Satellitentelefonie</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Prüfung der Funktion und der Einzelverbindungen Immer Überprüfung beider SAT-Telefonie-Anbieter
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, SNN, Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau
ÜNB, VNB, SNN
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Prüftermine</b>
Funktion: monatlich Einzelverbindungen jährlich, sofern die Einzelverbindungen nicht im laufenden Betrieb genutzt werden (quartalsweise aufgeteilt)
<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB

448 **7.2 Datenkommunikation**

449 Die Datenkommunikation zwischen den Leitstellen der Netzbetreiber und Erzeugungsanlagen  
 450 über Leitstellenkopplungen und andere Datenverbindungen ist mit dem Austausch von Zu-  
 451 standsdaten von Netz- und Erzeugungsanlagen, dem Austausch von Messwerten und der Vor-  
 452 gabe von Sollwerten eine wichtige und besonders in Krisensituationen unbedingt notwendige  
 453 Funktionalität. Zu den für die Datenkommunikation notwendigen Systemen und Einrichtungen  
 454 gehören auch die gesicherten Übertragungswege über die Weitverkehrs- und Prozessdatennet-  
 455 ze der beteiligten Partner.

456

<b>Überprüfung Datenkommunikation</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Test aller Funktionalitäten
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, SNN
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Jährliche Prüfung
<b>Nachweis</b>
Dokumentation beim ÜNB

457 **7.2.1 Systemzustandsmonitor der ÜNB**

458 Zur Sicherstellung der Wirksamkeit des Systemschutzplans [4] ist es erforderlich, dass die Über-  
 459 tragungsnetzbetreiber in der Lage sind, Echtzeitdaten insbesondere bezogen auf die Systemzu-  
 460 stände miteinander auszutauschen. Die Funktion der Systeme ist durch regelmäßige Prüfungen  
 461 nachzuweisen.



Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

462 Zum Austausch der Daten zwischen den ÜNB wird das „ENTSO-E Awareness System“ (EAS)  
 463 benutzt, das in allen Hauptschaltleitungen der ÜNB im Netzgebiet der ENTSO-E verfügbar ist. Es  
 464 wird als Client-Server-System betrieben, die Serversysteme werden bei RTE und Amprion geh-  
 465 ostet.

466 Das EAS wird im täglichen Betrieb regelmäßig genutzt, wodurch seine Funktionsfähigkeit grund-  
 467 sätzlich nachgewiesen ist. Funktionalitäten, die nicht im Normalbetrieb getestet werden können,  
 468 aber relevant für die Anwendung des Systemschutzplans [4] und Netzwiederaufbauplans [3]  
 469 sind, sind in regelmäßigen Übungen zu testen. Zu diesen Funktionalitäten gehören insbesondere  
 470 der Austausch von Systemzuständen und zugehörige Informationen.

471 Die ÜNB führen alle drei Monate Kommunikationsübungen im EAS durch. Hierbei werden min-  
 472 destens alle für den Systemschutzplan [4] und Netzwiederaufbauplan [3] relevanten Funktiona-  
 473 litäten getestet. Neben der Überprüfung des Systems dienen die Tests gleichzeitig dem Training  
 474 der Anwender. Teilnehmer sind alle am EAS angeschlossenen ÜNB.

475 Organisation, Durchführung und Auswertung der Tests liegen in der Verantwortung von RTE  
 476 und Amprion. Die Testauswertung wird allen Teilnehmern zur Verfügung gestellt.

477

<b>Überprüfung Systemzustandsmonitor ÜNB</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Test aller Funktionalitäten
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Vierteljährlich
<b>Nachweis</b>
Dokumentation beim ÜNB

478 **7.2.2 Netzzustandsmonitor ÜNB-VNB**

479 Neben dem Austausch von Echtzeitdaten zwischen den Leitsystemen der ÜNB, VNB und SNN  
 480 spielt der Austausch relevanter normierter Informationen (Netzzustandsmonitor) über rechner-  
 481 gestützte Schnittstellen eine wichtige Rolle, weshalb die Funktion des Datenaustauschs durch  
 482 regelmäßige Prüfungen zwischen den Leitwarten nachzuweisen ist.

483 Zur Sicherstellung der Wirksamkeit von Systemschutzplan [4] und Netzwiederaufbauplan [3] ist  
 484 es erforderlich, dass die Leitwarten von ÜNB und VNB alle drei Monate eine Kommunikations-  
 485 übung durchführen. Hierbei sollten mindestens alle für den Systemschutzplan [4] und Netzwie-  
 486 deraufbauplan [3] relevanten Funktionalitäten getestet werden. Neben der Überprüfung des  
 487 Systems dienen die Tests gleichzeitig dem Training der Anwender.

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

488

<b>Überprüfung Netzzustandsmonitor ÜNB-VNB</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Test aller Funktionalitäten
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB und VNB
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Vierteljährlich
<b>Nachweis</b>
Dokumentation beim ÜNB Auf Anforderung Nachweis durch VNB

489 **7.3 Backup-Stromversorgung der Kommunikationssysteme**

490 Die sichere Funktion der Backup-Stromversorgung der Kommunikationssysteme ist für einen  
 491 erfolgreichen Netzwiederaufbau unerlässlich und muss mindestens einmal jährlich auf Funktion  
 492 überprüft werden.

493 Die Überprüfung umfasst dabei neben den Endpunkten auch alle Zwischenstationen auf den  
 494 Kommunikationswegen.

495

<b>Überprüfung Backup-Stromversorgung der Kommunikationssysteme</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Funktionsprüfung
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB, SNN, Anbieter von Systemdienstleistungen zum Netzwiederaufbau
<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Mindestens einmal jährlich



Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Nachweis</b>
Auf Anforderung von ÜNB

496

## 497 **8 Training und Schulung**

498 Neben der effektiven Vermittlung von Fachwissen, welches für eine spezifische Qualifizierung  
499 der Mitarbeiter der ÜNB, VNB und SNN benötigt wird, ist die Aus- und Weiterbildung durch ge-  
500 meinsame Schulungen, Trainings und Informationsaustausche so zu gestalten, dass ein gleiches  
501 Verständnis im Rahmen der Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten für die Maßnahmen zur  
502 Erhaltung der Netz- und Systemsicherheit sowie des Netzwiederaufbaus sichergestellt wird.  
503 Insbesondere sollen Trainings- und Schulungsmaßnahmen dazu führen, dass alle betroffenen  
504 Mitarbeiter ihre Kenntnis der Methoden des Systemschutzplans [4] und des Netzwiederaufbau-  
505 plans [3] und ihrer Anwendung festigen.

### 506 **8.1 Betriebliche Trainingsveranstaltungen**

507 Insbesondere haben ÜNB und VNB gemäß VDE-AR-N 4141-1 [8] gemeinsam dafür Sorge zu  
508 tragen, dass mit den direkt angeschlossenen VNB und den betroffenen SNN einzeln oder in  
509 Gruppen einmal jährlich ein gemeinsames Training abgehalten wird. Die Trainingsveranstaltun-  
510 gen sind so zu planen, dass alle mit der Netzführung beauftragten Mitarbeiter die Möglichkeit  
511 haben, regelmäßig mindestens einmal alle fünf Jahre daran teilzunehmen.

512 Die Netzbetreiber binden nach Möglichkeit die Einsatzverantwortlichen der an ihre Netzebene  
513 angeschlossenen relevanten Kundenanlagen geeignet in die Trainingsmaßnahmen ein.

514 Bei der Gestaltung der Trainings ist auf Realitätsnähe zu achten. Das Training beinhaltet auch  
515 praktische Übungen an einem Echtzeitsimulator. Dazu sind im Simulator die Netze von Übertra-  
516 gungsnetzbetreiber und Verteilnetzbetreibern sowie die relevanten Erzeugungsanlagen und  
517 angeschlossene Verbraucher geeignet abzubilden.

518 Das Training muss u. a. Übungen zu folgenden betrieblichen Situationen beinhalten:

- 519 - Netzwiederaufbau
- 520 - Beherrschung kritischer Situationen
- 521 - Anpassung von Einspeisungen und Verbrauchern (Kaskade)
- 522 - Spannungskollaps und Blindleistungsmanagement

523

<b>Betriebliche Trainingsveranstaltungen</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Anforderungen <ul style="list-style-type: none"><li>- Trainings-/Schulungskonzept der 4 ÜNB</li><li>- VDE-AR-N 4141-1 [8]</li></ul> Betriebliches Training der Zusammenarbeit in der Netzführung, insbesondere zur Beherrschung besonderer betrieblicher Situationen Gemeinsame Übung, auch mit Simulatortraining
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB und direkt angeschlossene VNB, SNN

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

<b>Nachweisempfänger</b>
ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Gemeinsames Training mindestens einmal jährlich Teilnahme aller Mitarbeiter in der Netzführung mindestens alle fünf Jahre
<b>Nachweis</b>
Durch ÜNB

524 **8.2 Kommunikationsübung Kaskade**

525 Das Energiewirtschaftsgesetz verpflichtet in § 13 die ÜNB zur Wahrnehmung der Systemver-  
526 antwortung. Nach § 14 (1) EnWG gilt dies entsprechend für VNB. In der VDE-AR-N 4140 [9] ist  
527 das genaue Vorgehen in der Kaskade beschrieben.

528 Bei der Wahrnehmung der Systemverantwortung gilt unter anderem, dass das bilanzielle  
529 Gleichgewicht von Last und Erzeugung in der eigenen Regelzone sichergestellt werden muss  
530 sowie Netzengpässe vermieden werden. Sollten bei einer Systembilanzstörung oder bei Netz-  
531 engpässen die netz- und marktbezogenen Maßnahmen nicht mehr ausreichen oder nicht mehr  
532 rechtzeitig wirksam werden, sind die ÜNB nach § 13 (2) EnWG berechtigt und verpflichtet,  
533 sämtliche Stromeinspeisungen, Stromtransite und Stromabnahmen anzupassen oder eine An-  
534 passung zu verlangen.

535 Zur Umsetzung von Maßnahmen kann eine kaskadierte Vorgehensweise über alle Netzebenen,  
536 ausgehend von demjenigen Netzbetreiber, der eine Gefährdung oder Störung der Systemsi-  
537 cherheit feststellt (auslösender Netzbetreiber), erforderlich sein.

538 Zur Sicherstellung der Kommunikationswege sowie der Überprüfung des Verfahrens und der  
539 Systeme ist mindestens einmal jährlich eine Kaskadenübung zwischen ÜNB und den VNB  
540 1. Ordnung sowie zwischen den VNB und den ihnen jeweils direkt nachgelagerten VNB inner-  
541 halb der Kaskade bis zum letzten nachgelagerten VNB durchzuführen. Die Übungen dienen  
542 gleichzeitig dem Training der Anwender. Die Tests werden vom ÜNB durchgeführt und doku-  
543 mentiert. Dieser kann bei Bedarf einen Nachweis über die Übungen führen.

544

<b>Kommunikationsübung Kaskade</b>
<b>Anforderungen und Prüfverfahren</b>
Prüfung der Kommunikationswege, Vorgehensweise und Systeme gemäß EnWG Gemeinsame Übung jeweils zwischen vor- und nachgelagertem Netzbetreiber
<b>Testverantwortlicher</b>
ÜNB, VNB
<b>Nachweisempfänger</b>



Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

ÜNB
<b>Prüftermine</b>
Übung mindestens einmal jährlich
<b>Nachweis</b>
Durch ÜNB

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

545 **Literaturverzeichnis**

546

- [1] „SO GL (2017/1485): Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb,“ Amtsblatt der Europäischen Union, Brüssel, 2017.
- [2] „NC ER (2017/2196): Netzkodex über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes,“ Amtsblatt der Europäischen Union , Brüssel, 24. November 2017.
- [3] „50Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW: Netzwiederaufbaupläne mit Rahmendokument,“ 2018.
- [4] „50 Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW: Systemschutzplan,“ 2018.
- [5] „NC RfG (2016/631): Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger der Europäischen Kommission,“ Amtsblatt der Europäischen Union, Brüssel, 14. April 2016.
- [6] „NV HVDC (2016/1447): Netzkodex für den Netzanschluss für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungssysteme und nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen mit Gleichstromanbindung,“ Amtsblatt der Europäischen Union, Brüssel, 26. August 2016.
- [7] „NC DCC (2016/1388): Netzkodex für den Lastanschluss der Europäischen Kommission,“ Amtsblatt der Europäischen Union, Brüssel, 17. August 2016.
- [8] Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) - VDE, „VDE-AR-N 4141-1: Technische Regeln für den Betrieb und die Planung von elektrischen Netzen - Teil 1: Schnittstelle Übertragungs- und Verteilnetze,“ VDE Verlag GmbH, Berlin, 2018.
- [9] Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) - VDE, „VDE-AR-N 4140: Kaskadierung von Maßnahmen für die Systemsicherheit von elektrischen Energieversorgungsnetzen,“ VDE Verlag GmbH, Berlin, 2017.
- [10] Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) - VDE, „VDE-AR-N 4142: Automatische Letztmaßnahmen zur Vermeidung von Systemzusammenbrüchen,“ VDE Verlag GmbH, Berlin, 2018.
- [11] Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) - VDE, „VDE-AR-N 4120: Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung),“ VDE Verlag GmbH, Berlin, 2018.
- [12] Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) - VDE, „VDE-AR-N 4130: Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Höchstspannung),“ VDE Verlag GmbH, Berlin, 2018.
- [13] „FNN-Hinweis zur VDN-Richtlinie "Digitale Schutzsysteme",“ 2015.
- [14] „FNN-Hinweis "Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen",“ 2009.
- [15] „IEC 60255-181 (Ed.1.0 - Measuring relays and protection equipment - Part 181: Functional requirements for frequency protection)“.
- [16] „AbLaV Verordnung über Vereinbarungen zu abschaltbaren Lasten,“ 16. August 2016.
- [17] „Präqualifikations-Anforderungen für AbLa,“ 2017.
- [18] „Anlage Präqualifikations-Anforderungen für die Erbringung von Abschaltleistung aus

Testplan zur Umsetzung der EU-Verordnung 2017/2196 vom 24. November 2017

Abschaltbaren Lasten," 2012.

- [19] Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) - VDE, „VDE-AR-N 4105: Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz - Technische Mindestanforderungen für den Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz,“ VDE Verlag GmbH, Berlin, 2018.
- [20] Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) - VDE, „VDE-AR-N 4110: Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung),“ VDE Verlag GmbH, Berlin, 2018.
- [21] Verband der Netzbetreiber - VDN, „TransmissionCode 2007: Netz- und Systemregeln der deutschen Übertragungsnetzbetreiber,“ Berlin, 2007.
- [22] Verband der Netzbetreiber - VDN e.V., „Distribution Code 2007: Regeln für den Zugang zu Verteilungsnetzen,“ Berlin, 2007.
- [23] BDEW, „Technische Richtlinie: Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz,“ Berlin, 2008.
- [24] ENTSO-E, „ENTSO-E Awareness System – Usage Procedure,“ Brüssel, 2016.
- [25] Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) - VDE, „VDE-AR-N 4131: Technische Regeln für den Anschluss von HGÜ-Systemen und über HGÜ-Systeme angeschlossene Erzeugungsanlagen (TAR HGÜ),“ VDE Verlag GmbH, Berlin, 2018.
- [26] T. H. J. W. G. D. Joachim Lehner, „Approach to Design and Review the System Defence Plan for Over-frequency,“ Stockholm, 2018.
- [27] ENTSO-E, „Policy on Load-Frequency Control and Reserves [Policy on LFC&R],“ Brüssel, 2019.
- [28] ENTSO-E, „Policy on Emergency and Restoration,“ Brüssel, 2019.
- [29] VDE|FNN, Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Höchstspannung) des VDE|FNN, Berlin: VDE VERLAG GmbH, 2018.
- [30] 50Hertz Transmission GmbH, Technische Anschlussbedingungen Teil A: Ergänzungen zur VDE-AR-N 4130, Berlin, 2019.
- [31] VDE|FNN, Technische Regeln für den Anschluss von HGÜ-Systemen und über HGÜ-Systeme angeschlossene Erzeugungsanlagen (TAR HGÜ), Berlin: VDE Verlag GmbH, 2019.
- [32] „50Hertz, Amprion, TenneT, TransnetBW: Frequenzstabilität Notwendiges Zeitverhalten bei Über- und Unterfrequenz,“ Mai 2018. [Online]. Available: <https://www.netztransparenz.de/Weitere-Veroeffentlichungen/Studie-zur-Frequenzstabilitaet>. [Zugriff am 30 Oktober 2018].
- [33] Bundesnetzagentur, „BK6-16-166 Beschluss Schwellwerte Erzeugungsanlagen Typ B,C,D,“ Bonn, 2018.

547

548