



**Technische Anschlussbedingungen  
für Hochspannungsschaltanlagen im  
Großherzogtum Luxemburg  
(TAB Hochspannung)**

## INHALTSVERZEICHNIS

1	<b>Geltungsbereich, Bestimmungen und Vorschriften .....</b>	<b>6</b>
2	<b>Begriffe .....</b>	<b>8</b>
2.1	Abfangen auf Eigenbedarf.....	8
2.2	Anlagenbetreiber .....	8
2.3	Anlagenerrichter.....	8
2.4	Anschlussnehmer.....	8
2.5	Anschlussnutzer .....	8
2.6	Anschwingzeit .....	8
2.7	Betriebsspannung.....	8
2.8	Betriebsstrom .....	8
2.9	Blindleistung .....	8
2.10	Eigenbedarf der Erzeugungsanlage.....	8
2.11	Einschwingzeit.....	9
2.12	Erzeugungsanlage EZA .....	9
2.13	Erzeugungseinheit.....	9
2.13.1	Erzeugungseinheit Typ 1 .....	9
2.13.2	Erzeugungseinheit Typ 2.....	9
2.14	Errichter .....	9
2.15	Fault Ride-Through-Fähigkeit.....	9
2.16	Fehlerklärung.....	9
2.17	Flicker .....	9
2.18	Hochspannungsnetz.....	9
2.19	Höchstspannungsnetz .....	9
2.20	Inbetriebsetzung.....	9
2.21	Kunde .....	9
2.22	Kundenanlage .....	10
2.23	Leistungsbedarf.....	10
2.24	Messeinrichtung.....	10
2.25	Messsystem .....	10
2.26	Mischanlage .....	10
2.27	Netzanschlusspunkt ( <i>point de raccordement</i> ).....	10
2.28	Netzbetreiber .....	10
2.29	Netzführende Stelle.....	10
2.30	Netzführungsvereinbarung.....	10
2.31	Netzurückwirkung .....	10
2.32	Normalbetrieb des Netzes .....	10
2.33	Notstromaggregat.....	10
2.34	Oberschwingung (Harmonische) .....	10
2.35	Scheinleistung.....	11
2.36	Schutzeinrichtung.....	11
2.37	Schutzsystem .....	11
2.38	Schutzstreifen.....	11
2.39	Speicher.....	11
2.40	Steuerbare Verbrauchseinrichtung .....	11
2.41	Steuereinrichtung / Steuergerät .....	11
2.42	Überspannungsschutzeinrichtung (Surge Protection Device ).....	11
2.43	Untererregt .....	11
2.44	Übererregt.....	11
2.45	Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ .....	11
2.46	Versorgungsunterbrechung.....	11
2.47	Verteilnetz.....	11
2.48	Verteilungsnetzbetreiber (VNB) .....	12
2.49	Wirkleistung P .....	12

2.49.1	Vereinbarte Anschlusswirkleistung.....	12
2.49.2	Vereinbarte Anschlusswirkleistung für Bezug.....	12
2.49.3	Vereinbarte Anschlusswirkleistung für Einspeisung.....	12
2.49.4	Maximale Wirkleistung.....	12
2.49.5	Installierte Wirkleistung.....	12
2.49.6	Momentane Wirkleistung.....	12
<b>2.50</b>	<b>Zählerschrank.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>13</b>
3.1	Bestimmungen und Vorschriften.....	13
3.2	Anmeldeverfahren und anschlussrelevante Unterlagen.....	14
3.3	Inbetriebsetzung der Schaltanlage.....	16
3.4	Inbetriebnahme der Kunden-Schaltanlage(n) mit Verbraucheranlagen..	16
3.5	Inbetriebnahme der Kunden-Schaltanlage(n) mit Erzeugungsanlagen....	17
3.6	Instandhaltung und geplante Abschaltungen.....	17
<b>4</b>	<b>Netzanschluss.....</b>	<b>19</b>
4.1	Grundsätze für die Ermittlung des Netzanschlusspunktes.....	19
4.2	Eigentumsgrenze.....	20
4.3	Bemessung der Netzbetriebsmittel.....	20
4.4	Betriebsspannung und Frequenz am Netzanschlusspunkt bei Verbraucheranlagen.....	21
4.5	Betriebsspannung und Frequenz am Netzanschlusspunkt bei Erzeugungsanlagen.....	21
<b>5</b>	<b>Netzurückwirkungen.....</b>	<b>22</b>
5.1	Allgemeines.....	22
5.2	Schnelle Spannungsänderungen.....	22
5.3	Flicker.....	22
5.4	Kommutierungseinbrüche.....	22
5.5	Oberschwingungen und Zwischenharmonische.....	22
5.6	Unsymmetrien.....	22
5.7	Tonfrequenz-Rundsteuerung.....	23
5.8	Trägerfrequente Nutzung des Kundennetzes.....	23
5.9	Vorkehrungen gegen Spannungsabsenkungen und Versorgungs- unterbrechungen.....	23
5.10	Blindleistungsverhalten von Verbraucheranlagen.....	23
5.11	Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen.....	24
<b>6</b>	<b>Schaltanlagen.....</b>	<b>25</b>
6.1	Baulicher Teil.....	25
6.1.1	Allgemeines.....	25
6.1.2	Einzelheiten zur baulichen Ausführung.....	26
6.2	Elektrischer Teil.....	27
6.2.1	Allgemeines.....	27
6.2.2	Schaltanlagen.....	28
6.2.3	Sternpunktbehandlung.....	29
6.2.4	Erdungsanlage.....	30
6.3	Sekundärtechnik.....	30
6.3.1	Prozessdatenübertragung an die netzführende Stelle.....	30
6.3.2	Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung.....	30
6.3.3	Schutzeinrichtungen.....	31
6.3.4	Schreiber zur Aufzeichnung von Störungen und zur Erfassung der Spannungsqualität.....	34
6.3.5	Fernwirk- und Kommunikationstechnik.....	35
<b>7</b>	<b>Abrechnungsmessung.....</b>	<b>35</b>
7.1	Allgemeines.....	35

7.2	Vergleichsmessung.....	37
7.3	Einrichtungen zur Datenfernübertragung.....	37
<b>8</b>	<b>Betrieb der Kundenanlage .....</b>	<b>38</b>
8.1	Allgemeines.....	38
8.2	Netzführung .....	38
8.3	Arbeiten in der Hochspannungsschaltanlage.....	39
8.4	Zugang.....	39
8.5	Bedienung vor Ort .....	40
8.6	Instandhaltung.....	40
8.7	Kupplung von Stromkreisen bzw. Netzen .....	40
8.8	Betrieb bei Störungen .....	40
8.9	Notstromaggregate.....	41
8.10	Besondere Anforderungen an den Betrieb von Speichern .....	41
8.11	Besondere Anforderungen an den Betrieb von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge .....	41
8.12	Lastregelung bzw. Lastzuschaltung.....	41
8.13	Leistungsüberwachung.....	41
<b>9</b>	<b>Änderungen, Außerbetriebnahmen und Demontage .....</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>Erzeugungsanlagen über 1 MW Anschlussleistung .....</b>	<b>43</b>
10.1	Allgemeines.....	43
10.2	Verhalten der Erzeugungsanlage am Netz.....	43
10.2.1	Quasistationärer Betrieb .....	43
10.2.2	Polrad- bzw. Netzpendelungen .....	44
10.2.3	(Teilnetz-) Inselbetriebsfähigkeit .....	44
10.2.4	Schwarzstartfähigkeit.....	44
10.2.5	Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung.....	45
10.2.6	Dynamische Netzstützung.....	46
10.2.7	Wirkleistungsabgabe.....	48
10.2.8	Netzsicherheitsmanagement .....	49
10.2.9	Wirkleistungsanpassung bei Frequenzabweichungen .....	49
10.2.10	Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungsanlage.....	52
10.3	Schutzzeinstellungen bei Erzeugungsanlagen .....	53
10.3.1	Allgemeines.....	53
10.3.2	Netzschutzeinrichtungen .....	54
10.3.3	Kurzschlusschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers .....	55
10.3.4	Entkupplungsschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers .....	55
10.4	Zuschaltbedingungen und Synchronisierung.....	56
10.5	Weitere Anforderungen an Erzeugungsanlagen .....	56
10.6	Modelle .....	56
<b>11</b>	<b>Nachweis der elektrischen Eigenschaften .....</b>	<b>57</b>
11.1	Allgemeines.....	57
11.2	Einheitenzertifikat .....	57
11.3	Anlagenzertifikat .....	57
11.4	Inbetriebsetzungsphase .....	57
11.5	Konformitätserklärung.....	58
11.6	Modell.....	58
<b>12</b>	<b>Normative Verweisungen.....</b>	<b>60</b>
12.1	EU-Richtlinien und Verordnungen .....	60
12.2	CENELEC- sowie DIN-Normen inkl. Angabe der entsprechenden gültigen DIN VDE-Vorschriften und Anwendungsregeln.....	60
12.3	VDEW / BDEW / VDN – Richtlinien sowie sonstige Vorschriften und Auflagen	62
12.4	Nationale Gesetze und Verordnungen.....	62

<b>Anhang 1: Einpolige Schaltbilder .....</b>	<b>64</b>
<b>Anhang 2: Begriffsbestimmung am Beispiel einer Ringleitungs- .....</b>	<b>67</b>
<b>ANHANG 1 .....</b>	<b>63</b>
<b>ANHANG 2 .....</b>	<b>78</b>

# 1 Geltungsbereich, Bestimmungen und Vorschriften

Diese Technischen Anschlussbedingungen für Hochspannungs-Schaltanlagen (TAB-HT) fassen die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen, die für den Anschluss und den Betrieb von Bezugs- und Erzeugungsanlagen (darunter auch Mischanlagen, Speicher und Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge) an das Hochspannungs- / Höchstspannungsnetz des Netzbetreibers sowie bei einer Erweiterung oder Änderung bestehender Kundenanlagen zu beachten sind. Sie dient gleichermaßen dem Netzbetreiber wie dem Errichter als Planungsunterlage und Entscheidungshilfe. Außerdem erhält der Betreiber wichtige Informationen zum Betrieb solcher Anlagen.

Die TAB-HT wurden gemäß Art. 5 Absatz 2 des modifizierten Gesetzes vom 1 August 2007 (*Organisation du marché de l'électricité*) durch das ILR (*Institut Luxembourgeois de Régulation*) genehmigt und können als Bestandteil von Netzanschlussverträgen und Anschlussnutzungsverhältnissen für Kunden genutzt werden. Diese TAB-HT gelten als technische Mindestanforderungen des Netzbetreibers gemäß Art. 8 des vorgenannten Gesetzes.

Die TAB-HT wurden unter Bezugnahme auf die gängige Praxis der europäischen Hochspannungsnetzbetreiber, der allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie der EU Verordnung „Commission Regulation (EU) 2016/631“ und „Commission Regulation (EU) 2016/1388“ ausgearbeitet. Das Ziel dieser Bestimmungen ist, den Herausforderungen des liberalisierten Strommarktes kundenorientiert gerecht zu werden.

Die elektrischen Anlagen müssen die grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU als auch die Vorgaben des modifizierten Gesetzes vom 27 Juni 2016 (*compatibilité électromagnétique*) berücksichtigen. Des Weiteren gelten die Vorgaben des Gesetzes vom 4 Juli 2014 (*Institut luxembourgeois de la normalisation, de l'accréditation, de la sécurité et qualité des produits et services*) und die Verordnung vom 17 Mai 2017 (*prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques dus aux agents physiques [champs électromagnétiques]*). Bei Aspekten, die beide Richtlinien nicht abdecken, finden die Normen des CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) oder, falls nicht vorhanden, die VDE-Anwendungsregeln „Technische Regeln für Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb“ (nachfolgend kurz „VDE-AR-N 4120“ bzw. „VDE-AR-N 4130“) Anwendung, wobei aber das Inverkehrbringen von Geräten, die ein Schutzniveau gewährleisten, das mit dem geforderten Niveau gleichwertig ist, erlaubt bleibt.

Jede Anforderung an die Konformität mit etwaigen nationalen Normen oder nicht harmonisierten europäischen Normen gilt nicht für Material, das hergestellt und/oder zertifiziert worden ist in Übereinstimmung mit Normen oder technischen Vorschriften eines Mitgliedstaates der Europäischen Union oder eines EFTA-Staates, der Vertragspartei des Übereinkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ist, die ein mit der vorliegenden Regelung gleichwertiges Schutzniveau gewährleisten.

Die TAB-HT gelten für den Neubau, Umbau, Erweiterung, Betrieb, Rückbau, Ertüchtigung oder Demontage von Übergabestationen (Bezugs- und Erzeugungsanlagen, Speicher sowie Mischanlagen), die an das Hochspannungs- / Höchstspannungsnetz des Netzbetreibers angeschlossen sind oder angeschlossen werden. Sie gelten ebenfalls bei Änderung der Netzanschlusskapazität oder des Schutzkonzeptes, sowie für Änderungen in Kundenanlagen, die wesentliche Auswirkungen auf das elektrische Verhalten und/oder auf den Netzanschluss haben. Diese Richtlinie gilt auch für die einer Übergabeschaltanlage nachgegliederten Hochspannungsschaltanlagen (z.B. Unterstationen) des Kunden.

Erweiterungen, Änderungen oder Wiederherstellung von Kundenanlagen (z.B. nach Brandschäden) können zur Folge haben, dass auch weitere Teile der Kundenanlage betroffen sind und Anpassungen z.B. an Zählerplätzen erforderlich werden. Hierbei sind die jeweiligen Umstände des Einzelfalls zu betrachten. Grundsätzlich ist die Gewährleistung des technisch sicheren Betriebs Voraussetzung für die weitere Verwendung einer bestehenden Kundenanlage nach deren Erweiterung bzw. bei Änderungen der Betriebsbedingungen.

Der Kunde trägt die Kosten der an seinem Netzanschluss entstehenden Folgemaßnahmen.

Die TAB-HT legen insbesondere die Handlungspflichten des Netzbetreibers, des Errichters, des Planers sowie des Anschlussnehmers und Betreibers von Kundenanlagen fest.

Die bis zu diesem Zeitpunkt geltende Version 5. Januar 2015 der Technischen Anschlussbedingungen tritt mit dem Inkrafttreten der vorliegenden Version außer Kraft. Übergangsweise kann sie jedoch weiterhin für, zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der vorliegenden Bestimmungen in Planung oder in Bau befindlichen, Anlagen angewandt werden, sofern dem Netzbetreiber bereits ein entsprechender Antrag vor dem Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser neuen TAB vorlag.

Der Kunde verpflichtet sich, die Einhaltung der Anschlussbedingungen sicherzustellen und auf Anforderung nachzuweisen. Er gewährleistet, dass auch diejenigen, die neben ihm den Anschluss nutzen, dieser Verpflichtung nachkommen. Der Netzbetreiber behält sich das Recht vor, eine Kontrolle der Einhaltung der Anschlussbedingungen vorzunehmen. Werden Mängel festgestellt, die den Netzbetrieb beeinträchtigen können, so kann die nachgelagerte Anschlussnutzung bis zur Mängelbeseitigung ausgesetzt werden. Durch die Kontrolle der Kundenanlage sowie durch deren Anschluss an das Verteilnetz/Übertragungsnetz übernimmt der Netzbetreiber ausdrücklich keine Verantwortung oder Haftung für die Betriebssicherheit der Kundenanlage.

Fragen zur Anwendung dieser Anschlussbedingungen müssen vor Beginn der Arbeiten mit dem Netzbetreiber geklärt werden. Dies gilt auch für Änderungen und Erweiterungen der Übergabestation und eventuell nachgeschalteter Unterstationen.

Stehen Teile der Übergabestation im Eigentum oder in der Betriebsverantwortung des Netzbetreibers, so gelten besondere Bestimmungen nach Maßgabe des Netzbetreibers.

Kundenanlagen dürfen nur durch Installateure, die im Besitz der gültigen und in Luxemburg notwendigen Genehmigungen sind, unter Berücksichtigung der jeweils gültigen behördlichen Bestimmungen und Vorschriften (u.a. von der ITM - Inspection du Travail et des Mines), den Empfehlungen der AAA (Association d'Assurance Accident), nach den anerkannten Regeln der Technik, insbesondere nach den europäischen Richtlinien sowie den Normen des „Comité Européen de Normalisation Electrotechnique“ (CENELEC) und den internationalen Normen (IEC) oder, bis zur Publikation letzterer, den jeweils gültigen DIN-VDE-Bestimmungen ausgeführt und unterhalten werden. Daneben sind die Unfallverhütungsvorschriften und die ergänzenden netzspezifischen Richtlinien des Netzbetreibers verbindlich.

Darüber hinaus sind die europäischen Netzcodes, falls zutreffend, anzuwenden. Die nach vorgegebener Konsultation veröffentlichten allgemeinen Anforderungen an Erzeugungsanlagen (nach Verordnung (EU) 2016/631) sind auf den Internet-Seiten des jeweiligen Netzbetreibers publiziert.<sup>1</sup>

Der Netzanschlusskunde ist für den Erhalt sämtlicher behördlichen Genehmigungen (wie z.B. Bau- und Betriebsgenehmigung, Genehmigung von Wasserwirtschaftsamt, Umweltbehörde, ASTA, usw.) zuständig.

Die in den Fußnoten genannten Verweise, Druckschriften und Normen sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich und entsprechend zu berücksichtigen.

---

<sup>1</sup> Siehe auch das Reglement „ILR/E18/43 vom 14 November 2018“

## 2 Begriffe

### Begriffe

Die nachfolgend beschriebenen Begriffe dienen dem besseren Verständnis der Technischen Anschlussbedingungen. Soweit wie möglich wurde auf die bereits in anderen Regelwerken, z.B. DIN-EN-Normen, DIN VDE-Normen, VDE-Anwendungsregeln usw. enthaltenen Definitionen zurückgegriffen. Keinesfalls beinhalten diese Begriffserklärungen technische Bestimmungen oder weitergehende Anforderungen an elektrische Anlagen, die an das Niederspannungsnetz eines VNB angeschlossen werden.

Normative Verweise sind in Kapitel 12 aufgelistet.

### 2.1 Abfangen auf Eigenbedarf

Fähigkeit einer Erzeugungsanlage, die sich auf Grundlage einer Netzstörung entsprechend vereinbarter Schutzkonzepte vom Netz trennt bzw. getrennt wird, unverzüglich einen stabilen Betriebszustand zu erreichen, indem sie alle für ihren eigenen Weiterbetrieb notwendigen Anlagen und Einrichtungen weiterversorgt.

### 2.2 Anlagenbetreiber

Natürliche oder juristische Person (z.B. Eigentümer), dessen Kundenanlage unmittelbar über einen Anschluss mit dem Netz des VNB verbunden ist.

### 2.3 Anlagenerrichter

Person oder Unternehmen, die/das eine elektrische Anlage errichtet, erweitert, ändert oder instand hält

### 2.4 Anschlussnehmer

Jede natürliche oder juristische Person (z. B. Eigentümer), deren Kundenanlage unmittelbar über einen Anschluss mit dem Netz des Netzbetreibers verbunden ist und die verantwortlich für die Einhaltung der VDE-Anwendungsregel (VDE 4120 & VDE4130) und damit den ordnungsgemäßen Betrieb des Netzanschlusses ist.

### 2.5 Anschlussnutzer

Natürliche oder juristische Person, die im Rahmen eines Anschlussnutzungsverhältnisses einen Anschluss an das Netz zur allgemeinen Versorgung zur Entnahme oder Einspeisung von elektrischer Energie nutzt.

### 2.6 Anschlagzeit

$T_{an 90\%}$

Zeit zwischen dem Eintritt einer Regelabweichung und dem erstmaligen Erreichen von 90 % des Sollwertes.

### 2.7 Betriebsspannung

Spannungswert bei Normalbetrieb zu einem bestimmten Zeitpunkt an einer bestimmten Stelle des Netzes.

### 2.8 Betriebsstrom

Strom, den ein Stromkreis im ungestörten Betrieb führt.

### 2.9 Blindleistung

Q

Anteil an elektrischer Leistung, mit dem elektrische und magnetische Felder aufgebaut werden und der zwischen den Feldern ausgetauscht wird.

### 2.10 Eigenbedarf der Erzeugungsanlage

Elektrische Leistung, die ausschließlich für den Betrieb einer Erzeugungsanlage, deren Erzeugungseinheiten, Neben- und Hilfsanlagen benötigt wird.

## **2.11 Einschwingzeit**

$T_{\text{ein } \Delta x}$

Zeit zwischen dem sprungförmigen Auftreten einer Regelabweichung bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Einschwingvorgänge soweit abgeklungen sind, dass die Regelgröße (z. B. der Blindstrom IB) im Toleranzband um den stationären Endwert liegt und dort verbleibt.

## **2.12 Erzeugungsanlage EZA**

Anlage, in der sich eine oder mehrere Erzeugungseinheiten elektrischer Energie und alle zum Betrieb erforderlichen elektrischen Einrichtungen befinden.

## **2.13 Erzeugungseinheit**

Einzelne Einheit zur Erzeugung elektrischer Energie.

### **2.13.1 Erzeugungseinheit Typ 1**

Erzeugungseinheit, die zur Erzeugung von Energie ausschließlich Synchrongeneratoren benutzen, die direkt mit dem Netz gekoppelt sind.

### **2.13.2 Erzeugungseinheit Typ 2**

Erzeugungseinheit, die nicht den Bedingungen für Typ 1 entspricht.

## **2.14 Errichter**

Errichter einer elektrischen Anlage, der eine elektrische Kundenanlage oder Teile davon errichtet, erweitert, ändert oder instand hält sowie die Verantwortung für deren ordnungsgemäße Ausführung übernimmt.

## **2.15 Fault Ride-Through-Fähigkeit**

Fähigkeit einer Erzeugungsanlage, während Spannungsänderungen, den Ausgleichsvorgängen sowie bei absoluten Abweichungen der Netzspannung sich nicht vom Netz zu trennen.

## **2.16 Fehlerklärung**

Vorgang, der dazu führt, dass in einer elektrischen Anlage durch eine Fehlerstelle kein Strom mehr fließt, d. h. der Fehler ist geklärt, sobald der letzte Leistungsschalter, der den Fehlerort begrenzt, ausgeschaltet und den (Fehler-)Strom unterbrochen hat.

## **2.17 Flicker**

Eindruck der Unstetigkeit visueller Empfindungen, hervorgerufen durch Lichtreize mit zeitlicher Schwankung der Leuchtdichten oder der spektralen Verteilung.

## **2.18 Hochspannungsnetz**

Drehstromnetz mit einer Nennspannung  $\leq 60$  kV bis  $< 150$  kV und mit einer Nennfrequenz von 50 Hz.

## **2.19 Höchstspannungsnetz**

Drehstromnetz mit Nennspannungen  $\geq 150$  kV und mit einer Nennfrequenz von 50 Hz.

## **2.20 Inbetriebsetzung**

Die Inbetriebsetzung ist die erstmalige Unter-Spannung-Setzung einer elektrischen Anlage bzw. eines Teiles einer elektrischen Anlage zum Zwecke der sofort oder später erfolgenden Übergabe an den Betreiber der Anlage.

## **2.21 Kunde**

Natürliche oder juristische Person, die sowohl Anschlussnehmer als auch Anschlussnutzer sein kann.

## **2.22 Kundenanlage**

Die Kundenanlage umfasst die Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel hinter der Übergabestelle (point de connexion) mit Ausnahme der Messeinrichtung. Sie dient der Versorgung der Anschlussnutzer.

## **2.23 Leistungsbedarf**

Der Leistungsbedarf ist die maximal in einer Kundenanlage gleichzeitig benötigte elektrische Leistung. Der Leistungsbedarf ist das Produkt aus installierter Leistung (Summe der Anschlusswerte) und Gleichzeitigkeitsfaktor.

## **2.24 Messeinrichtung**

Messgerät (Zähler), das allein oder in Verbindung mit anderen Zusatzgeräten (z.B. Modem, Wandler) für die Gewinnung eines oder mehrerer Messwerte eingesetzt wird.

## **2.25 Messsystem**

In ein Kommunikationsnetz eingebundene Messeinrichtung.

## **2.26 Mischanlage**

Kundenanlage, bestehend aus einer Kombination von Bezugsanlage und/oder Erzeugungsanlage und/oder Speichern.

## **2.27 Netzanschlusspunkt (*point de raccordement*)**

Netzpunkt, an dem die Kundenanlage über den Netzanschluss an das Netz der allgemeinen Versorgung angeschlossen ist.

## **2.28 Netzbetreiber**

Betreiber eines Netzes der allgemeinen Versorgung für elektrische Energie.

## **2.29 Netzführende Stelle**

Netzführende Stelle eines Netzbetreibers, die die operativen Aufgaben der System- und Netzführung durchführt.

## **2.30 Netzführungsvereinbarung**

Vereinbarung, in der die Verantwortung für die Netzüberwachung und für die Netzbetriebsführung festgelegt wird.

## **2.31 Netzurückwirkung**

Netzurückwirkungen sind Rückwirkungen in Verteilnetzen, die durch Verbrauchsgeräte / Erzeugungsanlagen mit oder ohne elektronische Steuerungen verursacht werden und unter Umständen den Netzbetrieb und die Versorgung Dritter stören können. Solche Rückwirkungen können sein: Oberschwingungen, Spannungsschwankungen usw. ...

## **2.32 Normalbetrieb des Netzes**

Betrieb des Netzes der allgemeinen Versorgung mit einer Netzfrequenz von  $50 \text{ Hz} \pm 200 \text{ mHz}$  und einer Netzspannung im Bereich:

Für Hochspannung: 59kV bis 72.5kV bzw. 96 kV bis 123 kV.

Für Höchstspannung: 220 kV bis 245 kV bzw. 390 kV bis 420 kV.

## **2.33 Notstromaggregat**

Erzeugungseinheit, die der Sicherstellung der elektrischen Energieversorgung einer Kundenanlage oder Teilen einer Kundenanlage bei Ausfall des öffentlichen Netzes dient.

## **2.34 Oberschwingung (Harmonische)**

Sinusförmige Schwingung, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist.

### **2.35 Scheinleistung**

S

Bei Drehstrom Produkt der Effektivwerte aus Betriebsspannung, Strom und dem Faktor  $\sqrt{3}$ .

### **2.36 Schutzeinrichtung**

Einrichtung, die ein oder mehrere Schutzrelais sowie – soweit erforderlich – Logikbausteine enthält, um eine oder mehrere vorgegebene Schutzfunktionen auszuführen.

### **2.37 Schutzsystem**

Anordnung aus einer oder mehreren Schutzeinrichtungen sowie weiteren Geräten, die vorgesehen sind, um eine oder mehrere vorgegebene Schutzfunktionen auszuführen.

### **2.38 Schutzstreifen**

Fläche, welche dem Schutz der Freileitung dient. Dies stellt eine durch die überspannende Leitung dauernd in Anspruch genommene Fläche dar. Die Breite der erforderlichen Schutzstreifen ergibt sich nach DIN EN 50341 (VDE 0210) und VDE V 0210-9.

### **2.39 Speicher**

Einheit oder Anlage, die elektrische Energie aus einer Kundenanlage oder aus dem öffentlichen Netz beziehen, speichern und wieder einspeisen kann. Dies gilt unabhängig von der Art der technischen Umsetzung.

### **2.40 Steuerbare Verbrauchseinrichtung**

Elektrische Verbrauchseinrichtung, die vom Anschlussnutzer als steuerbar oder abschaltbar deklariert bzw. als Flexibilität angeboten wird.

### **2.41 Steuereinrichtung / Steuergerät**

Steuereinrichtung / Steuergerät ist die allgemeine Bezeichnung für Schaltgeräte, die zum Ein- und Ausschalten von elektrischen Betriebsmitteln zur Last- und Tarifsteuerung bestimmt sind.

### **2.42 Überspannungsschutzeinrichtung (Surge Protection Device )**

Schutzeinrichtung, die mindestens eine nichtlineare Komponente enthält und dazu bestimmt ist, Überspannungen zu begrenzen und Impulsströme abzuleiten.

### **2.43 Untererregt**

Betriebszustand einer Erzeugungsanlage bzw. einer Erzeugungseinheit, bei dem sich die Erzeugungsanlage bzw. die Erzeugungseinheit wie eine Induktivität verhält.

### **2.44 Übererregt**

Betriebszustand einer Erzeugungsanlage bzw. einer Erzeugungseinheit, bei dem sich die Erzeugungsanlage bzw. die Erzeugungseinheit wie eine Kapazität verhält.

### **2.45 Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$**

Verschiebungsfaktor  $\cos \varphi$  ist der Cosinus des Phasenwinkels zwischen den Grundschnitungen einer Leiter-Erde-Spannung und des Stromes in diesem Leiter.

### **2.46 Versorgungsunterbrechung**

Eine Versorgungsunterbrechung ist die ausfallbedingte Unterbrechung der Versorgung eines oder mehrerer Kunden (siehe Reglement E11/26/ILR vom 20 Mai 2011 über die Beschreibung für die Datenerhebung zur Versorgungszuverlässigkeit und zur Versorgungsqualität in der Stromversorgung).

### **2.47 Verteilnetz**

Netz der allgemeinen Versorgung für elektrische Energie in den Spannungsebenen Nieder- und/oder Mittel und/oder Hochspannung.

## **2.48 Verteilungsnetzbetreiber (VNB)**

Verteilungsnetzbetreiber ist der Betreiber eines Netzes der allgemeinen Versorgung für elektrische Energie im Sinne des Artikel 1 Absatz 24 des modifizierten Gesetzes vom 1 August 2007 (Organisation du marché de l'électricité).

## **2.49 Wirkleistung P**

Elektrische Leistung, die während eines Zeitraumes übertragene elektrische Energiemenge dividiert durch diesen Zeitraum. Diese Leistung ist maßgebend für die Umwandlung in andere Leitungen. Im Fall einer festgelegten Leistungsflussrichtung kann die Wirkleistung sowohl positive als auch negative Werte annehmen.

### **2.49.1 Vereinbarte Anschlusswirkleistung**

$P_{AV}$

Zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer vereinbarte stationäre Wirkleistung der Kundenanlage am Netzanschlusspunkt.

### **2.49.2 Vereinbarte Anschlusswirkleistung für Bezug**

$P_{AV, B}$

Zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer vereinbarte stationäre Wirkleistung der Kundenanlage für den Bezug am Netzanschlusspunkt.

### **2.49.3 Vereinbarte Anschlusswirkleistung für Einspeisung**

$P_{AV, E}$

Zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer vereinbarte stationäre Wirkleistung der Kundenanlage für die Einspeisung am Netzanschlusspunkt.

### **2.49.4 Maximale Wirkleistung**

$P_{E_{max}}$

Höchster 10-Minuten-Mittelwert der Wirkleistung einer Erzeugungseinheit.

### **2.49.5 Installierte Wirkleistung**

$P_{inst}$

Summe der Bemessungswirkleistungen aller Erzeugungseinheiten innerhalb einer Erzeugungsanlage.

### **2.49.6 Momentane Wirkleistung**

$P_{mom}$

Momentaner Wert der am Netzanschlusspunkt eingespeisten Wirkleistung, gleitend gemittelt über 200 ms.

## **2.50 Zählerschrank**

Ein Zählerschrank ist eine Umhüllung, die einen oder mehrere Zählerplätze beinhaltet und die Mindest-Schutzart und die jeweils erforderliche Schutzklasse gewährleistet (DIN VDE 0603).

## 3 Allgemeines

### 3.1 Bestimmungen und Vorschriften

Grundsätzlich gilt, dass Kundenanlagen unter Berücksichtigung der jeweils gültigen behördlichen Bestimmungen und Vorschriften (u.a. von der ITM - Inspection du Travail et des Mines), den Empfehlungen der AAA (Association d'assurance accident), nach den anerkannten Regeln der Technik, insbesondere nach den europäischen Richtlinien sowie den Normen des „Comité Européen de Normalisation Electrotechnique“ (CENELEC) und den internationalen Normen (IEC) oder, bis zur Publikation letzterer, den jeweils gültigen DIN-VDE-Bestimmungen zu errichten und anzuschließen sind. Zudem sind die Unfallverhütungsvorschriften und die ergänzenden netzspezifischen Richtlinien des Netzbetreibers verbindlich.

Darüber hinaus sind die europäischen Netzcodes (u.a. die RfG-/DCC-Verordnungen) anzuwenden. Die nach vorgegebener Konsultation veröffentlichten allgemeinen Anforderungen an Verbrauchsanlagen (nach Verordnung (EU) 2016/1388) bzw. Erzeugungsanlagen (nach Verordnung (EU) 2016/631) sind auf den Internet-Seiten des Netzbetreibers veröffentlicht.

Des Weiteren sind ebenfalls die in dieser TAB-HT aufgeführten Druckschriften und Regeln, sei es des „Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.“ (BDEW) bzw. den Nachfolge-Dokumenten (voraussichtlich die VDE Anwendungsregel VDE-AR-N 4120 bzw. VDE-AR-N 4130), oder der ENTSO-E, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu befolgen. Der Netzanschlusskunde ist für den Erhalt sämtlicher behördlichen Genehmigungen (wie zum Beispiel aber nicht begrenzt auf Bau- und Betriebsgenehmigung, Genehmigung von Wasserwirtschaftsamt, Umweltbehörde, ASTA, usw.) zuständig.

Das Anlagenkonzept sowie der Anschluss an das Netz sind im Einzelnen in der Planungsphase je nach Netzkonfiguration, vor Bestellung der wesentlichen Komponenten, mit dem Netzbetreiber abzustimmen. Ab welcher Leistung ein Anschluss an das Hochspannungsnetz erforderlich wird, und wie hoch die maximale Anschlussleistung beträgt, kann nur durch eine Netzberechnung des Netzbetreibers festgestellt werden. Planung, Errichtung und Anschluss der Kundenschanlage an das Netz des Netzbetreibers sind durch geeignete Fachfirmen vorzunehmen, die über die nötigen behördlichen Zulassungen verfügen, und dies ausschließlich zu Lasten des Anschlussnehmers. Der Netzbetreiber darf Änderungen und Ergänzungen an zu errichtenden Anlagen fordern, soweit dies aus Gründen des sicheren und störungsfreien Netzbetriebes notwendig ist.

Der Anschlussnehmer stellt sicher, dass die Technischen Anschlussbedingungen, die darin zitierten Verordnungen, VDE-Anwendungsregeln, Normen, Richtlinien und sonstigen technischen Vorgaben seinem Anlagenerrichter bekannt sind und von diesen eingehalten werden.

Der Netzbetreiber behält sich das Recht vor, die Einhaltung der technischen Anschlussbedingungen jederzeit zu überprüfen. Hierzu stellt der Netzanschlusskunde alle erforderlichen Daten nach Aufforderung des Netzbetreibers zur Verfügung.

Der Anschlussnehmer muss sicherstellen, dass alle über diesen Netzanschluss betriebenen Anlagen (auch bei mehreren Anschlussnutzern an einem Netzanschluss) in ihrer Gesamtheit den oben aufgeführten Verpflichtungen am Netzanschlusspunkt nachkommen. Der Netzbetreiber behält sich vor, eine Kontrolle der Einhaltung der Anschlussbedingungen vorzunehmen. Bei Verstößen gegen die Technischen Anschlussbedingungen ist der Netzbetreiber berechtigt, die Kundenanlage nicht in Betrieb zu nehmen oder vom Netz zu trennen.

Der Anschlussnehmer muss den ordnungsgemäßen Betrieb im Sinne von DIN VDE 0105-100 und den technischen Zustand seiner Schaltanlage(n) nach den einschlägigen Verordnungen, Normen, Richtlinien und sonstigen technischen Vorgaben gewährleisten.

Der Netzbetreiber und der Anschlussnehmer müssen im Verlauf der Netzanschlussplanung mindestens die folgenden Punkte vereinbaren:

- die Netzanschlusskapazität und die Einspeisekapazität („vereinbarte Anschlusswirk- und -scheinleistung“ für Bezug und Einspeisung)
- die Spannungsebene und den Netzanschlusspunkt
- den Standort der Übergabestation und die Leitungstrasse des Netzbetreibers
- die Anschlussart (z. B. Kabel, Freileitung)
- den Aufbau der Hochspannungs-Schaltanlage (z. B. Stichanschluss, sowie die Art der Übergabeschalteneinrichtung)
- die Art der Sternpunktbehandlung im Netz des Netzbetreibers
- die notwendigen Netzschutzeinrichtungen für die netzseitigen Eingangs-, Übergabe- und Abgangsschaltfelder
- eine erforderliche Fernsteuerung/Fernüberwachung und Umschaltautomatiken
- das Messkonzept und die Art und die Anordnung der Messeinrichtung
- den Liefer- und Leistungsumfang des Anschlussnehmers und des Netzbetreibers. Der Anschlussnehmer ist unter anderem für sämtliche in seinen Liefer- und Leistungsumfang fallenden behördlichen Genehmigungen und Anzeigen zuständig
- Eigentums-, Betriebsführungs-, Verfügungs- und Bedienbereichsgrenze (diese sind in den Übersichtsschaltplan der Station einzutragen. Die Eigentumsverhältnisse der Übergabestation werden im Netzanschlussvertrag beschrieben.)

Betreiber von Erzeugungsanlagen haben bei Aufforderung durch den Netzbetreiber eine Mitwirkungspflicht bei Trainingsmaßnahmen zur Beherrschung kritischer Netzsituationen, insbesondere wenn es sich um schwarzstartfähige Erzeugungsanlagen handelt.

### **3.2 Anmeldeverfahren und anschlussrelevante Unterlagen**

Die Planung des Netzanschlusses muss in enger Abstimmung mit dem Netzbetreiber erfolgen. Betriebsmittelbestellungen sind erst nach Bestätigung des Anlagen- sowie Netzanschlusskonzeptes durch den Netzbetreiber zu tätigen.

Der Anschlussnehmer oder sein Beauftragter stellt beim Netzbetreiber einen Anschlussantrag und legt alle erforderlichen Unterlagen zu:

- der örtlichen Lage des Grundstücks der anzuschließenden Anlage
- dem (voraussichtlichen) Anschlusstermin
- dem voraussichtlichen Leistungsbedarf bzw. der Produktionskapazität bei Erzeugungsanlagen
- nur bei Erzeugungsanlagen: der Art der Primärenergiequelle
- den Zertifizierungen der Teilanlagen, beziehungsweise deren genaue Dokumentation nach Vorgaben des Netzbetreibers

vor.

Danach legt der Netzbetreiber die Art des Netzanschlusses fest. Der Netzbetreiber und der Kunde vereinbaren gemeinsam, unter Vorbehalt der legalen Bestimmungen, unter anderem folgende Punkte:

- die Netzanschlusskapazität und die Einspeisekapazität (vereinbarte Anschlusswirkleistung & vereinbarte Anschlussscheinleistung)
- die Spannungsebene und den Netzanschlusspunkt
- den Standort und Aufbau der Schaltanlage
- die erforderlichen Netzschutzeinrichtungen für die Leitungsfelder und Transformatorfelder sowie für eventuelle Kupplungsfelder der Sammelschienen
- die Art der Sternpunktbehandlung im Netz des Netzbetreibers wird vom Netzbetreiber bekannt gegeben
- die Fernsteuerung / Fernüberwachung und erforderliche Umschaltautomatiken

- das Messkonzept und die Art und die Anordnung der Messeinrichtung
- Eigentums-, Betriebsführungs-, Verfügungs- und Bedienbereichsgrenze
- die eventuelle Mitbenutzung der Schaltanlagen durch den Netzbetreiber
- den Liefer- und Leistungsumfang des Kunden und des Netzbetreibers.

Die Leitungstrasse wird durch den Netzbetreiber unter Berücksichtigung der behördlichen Auflagen festgelegt. Anschließend erstellt der Netzbetreiber sein diesbezügliches Angebot hinsichtlich des Umbaus der Hochspannungsleitung bzw. des(r) Abgangsfeldes(r) in seiner Anlage. Nach Annahme des Angebotes durch den Kunden wird der Netzbetreiber mit der Detailplanung des Netzanschlusses beginnen. Insbesondere beim notwendigen Bau einer Netzanschlussleitung sind auch längere Genehmigungsfristen zu beachten.

Rechtzeitig vor Baubeginn und vor Bestellung der wesentlichen Komponenten der Schaltanlage überreicht der Kunde respektive der von ihm beauftragte Fachbetrieb dem Netzbetreiber folgende Unterlagen in elektronischer Form, und zwar jeweils im Format dwg sowie pdf:

- Maßstäblicher Lageplan 1:2500 des Grundstückes mit eingezeichnetem Standort der Schaltanlage, der Trasse der geplanten Anschlussleitung des Netzbetreibers, sowie der vorhandenen und geplanten Bebauung
- Einpoliger Übersichtsschaltplan der gesamten Hochspannungsschaltanlage einschließlich Transformatoren, Mess-, Schutz- und Steuereinrichtungen; die technischen Kennwerte sind anzugeben
- Zeichnungen, inklusive Schnittzeichnungen aller Schaltfelder mit Anordnung der Geräte (Montagezeichnungen)
- Anordnung der Abrechnungsmessung mit Einrichtungen zur Datenfernübertragung
- Grundrisse und Schnittzeichnungen, möglichst im Maßstab 1:50, der elektrischen Betriebsräume sowie der Schaltfelder der Hochspannungsschaltanlage(n) und Transformatoren. Aus diesen Zeichnungen müssen auch die Trassenführung eventueller Hochspannungskabel, der Mittelspannungs-, Steuer- und Meldekabel sowie der Niederspannungs- und Gleichspannungsversorgungsleitungen, und der Zugang zur Schaltanlage ersichtlich sein.
- Aufstellungspläne der verschiedenen Geräte und Leitungsverbindungen, Sammelschienen, usw.
- Pläne hinsichtlich der Erdungsanlage, inklusive Stückliste
- Baupläne zu den Stahlunterkonstruktion, Fundamenten, usw.
- Vertragliche Regelung bezüglich des Standortes der Schaltanlage zwischen dem Grundeigentümer und dem Errichter bzw. dem Betreiber der Anlage, wenn dies unterschiedliche Personen sind
- Technische Unterlagen über die eingesetzten Schalt- und Schutzgeräte, Transformatoren, Generatoren, usw. sowie alle sonstigen vom Netzbetreiber im Anschreiben geforderte Unterlagen. Die Unterlagen müssen mit den Anforderungen der Netzmodellierung des Netzbetreibers kompatibel sein
- Testlaufpläne zwecks Konformitätsprüfung

Neben diesen vorgenannten Unterlagen sind auch die Berechnungsunterlagen hinsichtlich der Kurzschlussfestigkeit der Anlage und der auftretenden Umbruchkräfte der HS-Geräte und Metallstrukturen dem Netzbetreiber zu übergeben. Des Weiteren sind dem Netzbetreiber Berechnungsunterlagen und Auslegungsdokumente der Stahlunterkonstruktionen, Fundamente, Bewehrungen usw. zu übergeben.

Eine mit dem Sichtvermerk des Netzbetreibers versehene Ausfertigung der Unterlagen erhält der Kunde bzw. sein Beauftragter wieder zurück. Der Sichtvermerk hat eine befristete Gültigkeit bei Baubeginn innerhalb eines Jahres und bestätigt nur die Belange des Netzbetreibers. Eintragungen des Netzbetreibers werden bei

der Ausführung vom Errichter der Anlage berücksichtigt. Mit den Bau- und Montagearbeiten darf erst begonnen werden, wenn die genehmigten Unterlagen beim Kunden bzw. seinem Beauftragten vorliegen.

Ist der Anschluss von Erzeugungsanlagen vorgesehen, so sind die entsprechenden Anlagenzertifikate mit dem Anschlussantrag einzureichen.

### **3.3 Inbetriebsetzung der Schaltanlage**

Spätestens zwei Wochen vor der Inbetriebnahme sind dem Netzbetreiber nachfolgende Unterlagen zu übergeben:

- ein Erdungsmessprotokoll nach Strom-Spannungs-Methode laut Norm DIN EN 50522 (VDE 0101-2 Anhang L) sowie ein Lageplan der Erdungsanlage
- die Prüfprotokolle + Inbetriebsetzungsprotokolle der Transformatoren und der eingesetzten Schutzeinrichtungen
- die Prüfprotokolle + Inbetriebsetzungsprotokolle und technische Beschreibung sämtlicher HS-Geräte
- ggf. die Beschreibung mit Testunterlagen der Übertragungseinrichtungen
- eventuell zusätzliche geforderte Konformitätserklärungen sowie Errichterbescheinigungen
- Projektunterlagen ("as built") inklusive technische Daten der Übergabestation, der Kundens Schaltanlage(n) und deren Komponenten
- Eine Aufstellung der Ansprechpartner des Kunden für die Organisation und Durchführung von Schalthandlungen
- Wartungsunterlagen, usw.
- Die benötigten unterzeichneten Netzanschlussverträge
- Beschreibung der geplanten Ersteinschaltung

Je nach technischer Ausführung des Netzanschlusses sind ggf. weitere Dokumente notwendig.

Die Inbetriebsetzung sowie Inbetriebnahme des Netzanschlusses erfolgt vom Netzbetreiber bis zur Übergabestelle. (Stichanschluss: Leitungsportale oder HS- Kabelendverschluss)

Der Netzbetreiber übernimmt mit der Inbetriebnahme keine Verantwortung oder Haftung für die Betriebssicherheit der Kundenanlage. Für die Inbetriebnahme des Netzanschlusses bestehen folgende Voraussetzungen:

- Rechtsverbindlich unterzeichneter Netzanschluss- sowie Anschlussnutzungsvertrag zwischen Anschlussnehmer und Netzbetreiber
- Benennung eines Stromlieferanten beim Netzbetreiber zur Versorgung des Kunden
- Vollständig ausgefülltes und unterschriebenes Inbetriebsetzungsprotokoll
- Funktionierende Abrechnungsmessung
- Datenverbindung zur Übertragung von Befehlen, Meldungen und Messwerten zur Leitstelle des Netzbetreibers

Der Netzbetreiber behält sich vor, gemeinsam mit einem Beauftragten des Kunden eine Sichtkontrolle/Abnahme der Übergabestelle sowie eine Funktionskontrolle der Schutz- und Leittechnik vorzunehmen, um festzustellen, ob die Anlage vorschriftsmäßig ausgeführt ist. Werden Mängel festgestellt, so kann der Netzbetreiber die Inbetriebsetzung bis zur Mängelbeseitigung aussetzen.

### **3.4 Inbetriebnahme der Kunden-Schaltanlage(n) mit Verbraucheranlagen**

Die Inbetriebsetzung der Übergabestelle nach 3.3 ist Voraussetzung für die Inbetriebnahme der einzelnen Verbraucher- oder Erzeugungseinheiten.

Bei der Inbetriebnahme wird eine Kontrolle der Verrechnungsmessung in Anwesenheit des Netzbetreibers durchgeführt.

Das Mitteilungsverfahren bei Inbetriebnahme eines jeden an das Transport- oder Verteilnetz des Netzbetreibers angeschlossenen Verteilnetzes oder Großverbrauchers umfasst:

- a) die Einschaltmitteilung,
- b) die Mitteilung der provisorischen Inbetriebnahme und
- c) die Mitteilung der endgültigen Inbetriebnahme.

Der Netzbetreiber kann in begründeten Fällen auch nach erfolgter Inbetriebsetzung der Kundenanlage eine Prüfung auf Einhaltung der technischen Anforderungen dieser Richtlinie verlangen.

Der Netzbetreiber übernimmt mit der Sichtkontrolle keine Verantwortung oder Haftung für die Betriebssicherheit der Kundenanlage.

### **3.5 Inbetriebnahme der Kunden-Schaltanlage(n) mit Erzeugungsanlagen**

Die Inbetriebnahme der Erzeugungsanlage erfolgt gemäß der in Kapitel 10 dieser TAB ausgeführten Regelung. Die Inbetriebsetzung der Übergabestation nach 3.3 ist Voraussetzung für die Inbetriebnahme der einzelnen Erzeugungseinheiten.

Ein Inbetriebsetzungsprotokoll ist vom Anlagenbetreiber auszufüllen und eine Kopie ist an den Netzbetreiber auszuhändigen. Der Netzbetreiber entscheidet, ob seine Anwesenheit zur Inbetriebsetzung der Erzeugungseinheiten notwendig ist.

Vor der Inbetriebsetzung der Erzeugungseinheiten muss eine Schutzprüfung der Entkopplungs- und Kurzschlusschutzeinrichtung durch den Netzbetreiber erfolgt sein.

Zur Sicherstellung der Regelung der Wirkleistungsabgabe durch den Netzbetreiber muss der Erzeugungsanlagen (EZA)-Regler spätestens mit Inbetriebsetzung der ersten Erzeugungseinheit in Betrieb genommen werden.

Bei der Inbetriebsetzung der gesamten Erzeugungsanlage handelt es sich insbesondere um Funktionsprüfungen, die erst durchgeführt werden können, wenn die gesamte Erzeugungsanlage in Betrieb ist. Hierzu gehören insbesondere die Prüfung der Wirkleistungssteuerung für die Gesamtanlage und der Blindleistungsregelung. Es handelt sich also um eine Prüfung der gesamten Wirkungskette von der Netzleitstelle des Netzbetreibers bis zu der Erzeugungsanlage, die vom Anlagenerrichter / Inbetriebsetzer gemeinsam mit dem Netzbetreiber vorgenommen wird.

Zusätzlich zu den in Artikel 3.3 genannten Unterlagen benötigte Angaben:

- Einpoliges Diagramm der gesamten elektrischen Anlage mit deren technischen Daten
- Elektrische Funktionsschemata aller installierten Schutzeinrichtungen
- Technische Beschreibungen der Schutzeinrichtungen
- Technische Beschreibungen der Generatoren und der zugehörigen Antriebsaggregate
- Daten über die aktuelle zulässige Kurzschlussleistung der Schaltgeräte und der Installation

### **3.6 Instandhaltung und geplante Abschaltungen**

Der Anlagenbetreiber ist selbst verantwortlich für die Instandhaltung seiner Anlage. Instandhaltungsarbeiten dürfen nur durch geschultes und qualifiziertes Personal durchgeführt werden. Der Netzbetreiber ist dazu berechtigt, sich bei dem Anlagenbetreiber zu informieren, welche Instandhaltungsarbeiten dieser durchgeführt hat. Der Anlagenbetreiber muss dem Netzbetreiber auf dessen Anforderung einen schriftlichen Bericht mit den durchgeführten Arbeiten übergeben.

Im Fall, wo die Anlage über ein Reserveschutzgerät des Netzbetreibers verfügt, ist dieser berechtigt die Instandhaltungsarbeiten an diesem Gerät mit der Abstimmung des Anlagenbetreibers durchzuführen. Die Kosten für diese Dienstleistung sind von dem Anlagenbetreiber zu tragen.

Damit der Netzbetreiber seine Wartungs- bzw. Instandhaltungsarbeiten sicher an dem Kundenabgang durchführen kann, verfügt der Netzbetreiber über eine begrenzte Ausschaltberechtigung. Das Ausmaß (z.B. Dauer in Stunden bzw. Arbeitszeit) ist vertraglich festzuhalten.

Bei netzkritischen Situationen (z.B. Netzausfall oder bei Beschädigung von netzdienlichen Elementen) hat der Netzbetreiber in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber das Recht, eine zeitlich begrenzte geplante Abschaltung durchzuführen.

## 4 Netzanschluss

### 4.1 Grundsätze für die Ermittlung des Netzanschlusspunktes

Jede Kundenanlage wird über eine Anschlussnehmer-eigene Übergabestation an das Hochspannungsnetz des Netzbetreibers angeschlossen. Abweichungen von dieser Regelung sind gesondert mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren.

Der Netzanschluss von Kundenanlagen erfolgt in der Regel über einen Stichanschluss (siehe Anhang 1). In Abstimmung zwischen Anschlussnehmer und Netzbetreiber kann eine andere Anschlusslösung ausgearbeitet werden.

In der Regel endet die Eigentumsgrenze bzw. die Betriebsführung des Netzbetreibers an der netzseitig ersten Klemmenverbindung der zur Kundenanlage abgehenden Verbindung. Bei Freileitungsanschluss befinden sich die Abspanntraverse und die Isolatoren im Eigentum des Netzbetreibers. Im Falle einer gasisolierten Schaltanlage endet die Betriebsführung des Netzbetreibers im Anschlussgehäuse des kundenseitigen Kabelendverschlusses.

Bei einer Ringeinspeisung der Hochspannungsschaltanlage unterliegt der Betrieb der Netzeinspeisefelder (Leitungsfelder) sowie der nachgeschalteten Sammelschiene(n) einschließlich deren Längstrennung, sowie im Fall einer Doppelsammelschienenanlage das Kuppelfeld, dem alleinigen Zuständigkeitsbereich des Netzbetreibers. Die Schaltanlage, welche später in den Zuständigkeitsbereich des Netzbetreibers übergeht, muss nach dem Standard des Netzbetreibers gebaut werden. Genauere Details können bei dem Netzbetreiber direkt anzufragen werden oder über die Webseite des Netzbetreibers heruntergeladen werden.

Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme der Schaltanlage gehen die vorgenannten Netzeinspeisefelder sowie die Sammelschiene(n) inklusive Längstrenner und Kuppelfeld unentgeltlich in den Vollbesitz des Netzbetreibers über. Instandhaltung, Wartung sowie Aus- und Umbau in diesem Bereich werden ausschließlich durch den Netzbetreiber und zu dessen Lasten ausgeführt, wohingegen die Transformatorfelder ab Sammelschiene(n) im Besitz des Kunden verbleiben, welcher auch für Instandhaltung, Wartung und Umbau verantwortlich ist und die entsprechenden Kosten voll zu übernehmen hat.

Bei einem Stichanschluss endet die Betriebsführung des Netzbetreibers am Eingang der Kundenanlage, d.h. am Leitungsansprungsportal bei einer Freiluftanlage im Fall eines Freileitungsanschlusses oder am Kabelendverschluss bzw. Überspannungsableiter im Falle einer Kabelstrecke. Im Falle einer gasisolierten Schaltanlage endet die Betriebsführung des Netzbetreibers im Anschlussgehäuse des kundenseitigen Kabelendverschlusses.

Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme des Abgangfeldes des Netzbetreibers sowie der Hochspannungsleitung zum Kunden gehen diese unentgeltlich in den Besitz des Netzbetreibers über. Betrieb, Instandhaltung, Wartung und Umbau sind zu Lasten des Netzbetreibers.

Kundenanlagen sind an einem geeigneten Punkt im Netz der allgemeinen Versorgung, dem Netzanschlusspunkt, anzuschließen. Anhand der unter 3.2 aufgeführten Unterlagen ermittelt der Netzbetreiber den geeigneten Netzanschlusspunkt, der auch unter Berücksichtigung der Kundenanlage einen sicheren Netzbetrieb sicherstellt und an dem die beantragte Leistung übertragen werden kann. Wesentliche Kriterien zur Bestimmung des Netzanschlusspunktes und des Netzanschlusskonzeptes sind:

- Höhe der Anschlussleistung (vereinbarte Leistung für Bezug oder Einspeisung)
- Art und Betriebsweise der anzuschließenden Kundenanlage
- örtliche Netzverhältnisse
- eindeutige Schutzverhältnisse zur selektiven Fehlererfassung im Netz
- die vom Anschlussnehmer gewünschte Versorgungszuverlässigkeit
- Beeinflussung anderer, an dieses Netz angeschlossener Kundenanlagen

Nach Stellung des Anschlussantrages durch den Anschlussnehmer erfolgt eine Prüfung durch den Netzbetreiber. Diese Prüfung erfolgt für das Netz der allgemeinen Versorgung unter Berücksichtigung des durch den Netzbetreiber festgelegten Normalschaltzustandes des Netzes. Die Schaltfreiheit des Netzbetreibers darf durch den Betrieb der Kundenanlage zur Wahrung der Versorgungszuverlässigkeit sowie für Instandhaltungsaufgaben nicht eingeschränkt werden.

Das Netzanschlusskonzept wird zwischen dem Kunden und dem Netzbetreiber abgestimmt. Die Kosten des Netzanschlusses trägt der Anschlussnehmer.

Für Bezugsanlagen ist das Hochspannungsnetz in der Regel (n-1)-sicher ausgebaut. Der Anschlussnehmer der Bezugsanlage kann mit dem Netzbetreiber Maßnahmen bzw. ein Anschlusskonzept zur Erhöhung oder Verminderung seiner Versorgungszuverlässigkeit abstimmen.

Für Erzeugungsanlagen und die Einspeisung aus Speichern ist das Hochspannungsnetz nicht (n-1)-sicher ausgebaut. Wenn die vereinbarte Leistung größer ist als die im (n-1)-Fall zulässige Leistung, muss die Erzeugungsanlage im (n-1)-Fall in ihrer Leistung beschränkt oder ganz abgeschaltet werden. Die Erzeugungsanlage selbst wird üblicherweise nicht (n-1)-sicher an das Netz der allgemeinen Versorgung angeschlossen.

**Allgemein:**

Die Beurteilung der Anschlussmöglichkeit unter dem Gesichtspunkt der Netzurückwirkungen erfolgt anhand der Impedanz des Netzes am Netzverknüpfungspunkt (wie Kurzschlussleistung, Resonanzen usw.), der Anschlussleistung sowie der Art und Betriebsweise der Kundenanlage.

**Zusätzlich für das Verteilnetz:**

Sofern mehrere Kundenanlagen im gleichen Hochspannungsnetz angeschlossen sind, muss deren Gesamtwirkung betrachtet werden. Die Ermittlung des Netzanschlusspunkts hat unter Berücksichtigung der Verschiebungsfaktoren der Bestandsanlagen sowie der Neuanlage zu erfolgen. Bestandsanlagen sowie die Neuanlage sind mit den, mit dem Netzbetreiber vereinbarten, maximalen Verschiebungsfaktoren zu berücksichtigen.

## 4.2 Eigentumsgrenze

Die Eigentumsgrenze wird zwischen Anschlussnehmer und Netzbetreiber in einem Vertrag (z. B. einem Netzanschlussvertrag) vereinbart.

Sofern nichts anderes vertraglich vereinbart wird, liegt die Eigentumsgrenze bei Freileitungsanschlüssen an den Anschlussklemmen der Seilverbindungen an das durchlaufende Leiterseil der Freileitung. Die Anschlussklemmen stehen dabei im Eigentum des Netzbetreibers, bei Kabelanschlüssen befindet sich die Eigentumsgrenze an den Kabelendverschlüssen des in der Übergabestation ankommenden Kabels.

Die im Eigentum des Kunden oder des Netzbetreibers stehenden Einrichtungen für Messung, Zählung und die fernwirktechnische Verbindung sind von der festgelegten Eigentumsgrenze nicht betroffen.

## 4.3 Bemessung der Netzbetriebsmittel

**Allgemein:**

Der Betrieb der Kundenanlagen verursacht eine Änderung der Belastung von Leitungen, Transformatoren und anderen Betriebsmitteln des Netzes. Daher ist eine Überprüfung der Belastbarkeit der Netzbetriebsmittel im Hinblick auf die angeschlossenen Kundenanlagen nach den einschlägigen Bemessungsvorschriften nach Anfrage einer Anschlussleistung durch den Kunden und vor der Freigabe zur Realisierung des Projekts durch den Netzbetreiber erforderlich.

Bei möglichen Überschreitungen von Bemessungsgrenzwerten muss das Netz ausgebaut bzw. verstärkt werden. Je nach Art und Umfang der Maßnahme kann das einen mehrjährigen Zeitraum in Anspruch nehmen.

**Zusätzlich für das Verteilnetz:**

Aus Stabilitätsgründen ist zur Erfüllung der Anforderungen der dynamischen Netzstützung und der statischen Spannungshaltung eine bestimmte Mindestkurzschlussleistung für Typ-1 Anlagen am Netzanschlusspunkt erforderlich. Details sind in den aktuell geltenden VDE Normen 4120 & 4130 bzw. deren Nachfolger beschrieben.

#### **4.4 Betriebsspannung und Frequenz am Netzanschlusspunkt bei Verbraucheranlagen**

**Für das Übertragungsnetz gilt:**

Mindestzeiträume, in denen eine Verbraucheranlage in der Lage sein muss, innerhalb der Abweichungen der Nennfrequenz bzw. der Nennspannung ohne Trennung vom Netz zu arbeiten, sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen, eine graphische Darstellung ist ebenfalls vorhanden.

**Für das Verteilnetz gilt:**

Die Betriebsspannung im Hochspannungsnetz liegt in der Regel zwischen 59kV und 72.5kV für das 65kV Netz bzw. zwischen 96 kV und 123 kV für das 110kV Netz (10-Minuten-Mittelwert des Spannungseffektivwerts). Die Betriebsfrequenz schwankt in der Regel um wenige mHz, kann aber in den Grenzen des quasistationären Zustands von Erzeugungsanlagen variieren. Eine graphische Darstellung ist in den aktuellen VDE-Normen vorhanden.

#### **4.5 Betriebsspannung und Frequenz am Netzanschlusspunkt bei Erzeugungsanlagen**

Die entsprechenden Werte für Erzeugungsanlagen sind in Kapitel 10 beschrieben.

## 5 Netzurückwirkungen

### 5.1 Allgemeines

Die elektrischen Einrichtungen der Kundenanlage sind so zu planen, zu bauen und zu betreiben, dass Rückwirkungen auf das Netz des Netzbetreibers und die Anlagen anderer Kunden auf ein zulässiges Maß begrenzt werden. Treten störende Rückwirkungen auf das Verteilungsnetz des Netzbetreibers auf, die nachweislich auf die Kundenanlage zurückzuführen sind, ist der Netzbetreiber berechtigt, die Übergabestation bis zur Behebung der Mängel vom Netz zu trennen. Treten störende Rückwirkungen auf das Netz des Netzbetreibers auf, so hat der Kunde, in Abstimmung mit dem Netzbetreiber auf seine Kosten in seiner Anlage Maßnahmen zur Begrenzung der Rückwirkungen zu treffen. Richtwerte für zulässige Netzurückwirkungen sind aus der aktuellen VDE-Norm bzw. in einer FNN-Druckschrift<sup>2</sup> festgelegt.

### 5.2 Schnelle Spannungsänderungen

Um unzulässige Netzurückwirkungen zu vermeiden, müssen Spannungsänderungen durch Schaltvorgänge von Kundenanlagen auf die in der VDE Norm aufgeführten Werte begrenzt werden.

Bei ungeplanten Abschaltungen in Folge einer Schutzauslösung aller angeschlossenen Kundenanlagen dürfen schnelle Spannungsänderungen im verbleibenden Netz die in der VDE-Norm definierten Grenzwerte nicht überschreiten.

Treten unzulässige Spannungsschwankungen durch Verbraucher- oder Erzeugungsanlagen auf, so sind bei Aufforderung des Netzbetreibers Gegenmaßnahmen zur Reduzierung dieser Lastschwankungen vorzusehen.

### 5.3 Flicker

Die zulässigen Flickerstärken sind aus der aktuellen VDE-Norm zu entnehmen.

### 5.4 Kommutierungseinbrüche

Die Vorgaben und Grenzwerte der VDE-Norm sowie der Richtlinie<sup>3</sup> des FNN sind einzuhalten.

### 5.5 Oberschwingungen und Zwischenharmonische

Der Netzbetreiber kann in Abhängigkeit des Leistungsbezuges der Kundenanlage und den Gegebenheiten am Netzverknüpfungspunkt Obergrenzen für die Einspeisung von Oberschwingungsströmen vorgeben. Maßnahmen zur Reduzierung der Oberschwingungsströme – insbesondere der Einbau von Filterkreisen – erfolgen in Absprache mit dem Netzbetreiber.

Die von Erzeugungsanlagen in das Hochspannungsnetz eingespeisten Ströme dürfen die Grenzwerte aus den aktuellen VDE-Normen nicht überschreiten.

### 5.6 Unsymmetrien

Der Quotient aus Gegen- und Mitsystem ist aus der aktuellen VDE-Norm zu entnehmen.

---

<sup>2</sup>Siehe „Technische Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen“, herausgegeben vom FNN (Forum Netztechnik/Netzbetrieb) im VDE.

<sup>3</sup> Siehe „Technische Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen“, herausgegeben vom FNN im VDE.

Sofern die Erzeugungsanlage technisch in der Lage ist, geregelt einen Gegensystemstrom einzuspeisen, so dass am Netzanschlusspunkt eine symmetrierende Wirkung auf die Netzspannung erreicht wird, sind Abweichungen vom o.g. Quotienten in Absprache mit dem Netzbetreiber zulässig.

## **5.7 Tonfrequenz-Rundsteuerung**

Die verwendeten Rundsteuerfrequenzen im Netzgebiet der Creos betragen  $283 \frac{1}{3}$  Hz und 725 Hz.

Die maximale Reduzierung und Grenzwerte der Erzeugung im Bereich der Tonfrequenz, erzeugt durch die Anlage, sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

Der Netzbetreiber kann vom Kunden Maßnahmen zur Vermeidung unzulässiger Beeinträchtigungen, die durch Betriebsmittel der Kundenanlage verursacht werden, verlangen. Verwendet der Kunde elektrische Betriebsmittel, deren Funktion durch Rundsteuersendungen beeinträchtigt werden können, so hat er selbst dafür zu sorgen, dass durch den Einbau geeigneter technischer Mittel oder durch die Wahl entsprechender Geräte eine Beeinträchtigung vermieden wird.

## **5.8 Trägerfrequente Nutzung des Kundennetzes**

Betreibt der Kunde eine Anlage mit trägerfrequenter Nutzung seines Stromnetzes, so ist durch geeignete Einrichtungen (z.B. eine Trägerfrequenzsperre) sicherzustellen, dass störende Beeinflussungen anderer Kundenanlagen sowie der Anlagen des Netzbetreibers vermieden werden. Diese Einrichtungen dürfen auch die Tonfrequenz-Rundsteuerung des Netzbetreibers nicht beeinträchtigen. Das Verteilnetz darf vom Kunden nur mit Genehmigung des Netzbetreibers zur trägerfrequenten Übertragung von Signalen mitbenutzt werden.

## **5.9 Vorkehrungen gegen Spannungsabsenkungen und Versorgungsunterbrechungen**

Sind Verbrauchseinrichtungen des Kunden gegen kurzzeitige Spannungsabsenkungen oder Versorgungsunterbrechungen empfindlich, so sind vom Kunden geeignete Vorkehrungen zu treffen. Anlagen zur Ersatzstromerzeugung (Notstromaggregate nach Kapitel 8.9) bedürfen einer Absprache mit dem Netzbetreiber.

## **5.10 Blindleistungsverhalten von Verbraucheranlagen**

Bei Bezug von Wirkleistung aus dem Hochspannungsnetz gilt – sofern keine anderslautenden vertraglichen Regelungen vereinbart wurden – im gesamten Spannungsband und im gesamten Wirkleistungsbereich eine Aufnahme kapazitiver Blindleistung (übererregt) als unzulässig

Die Werte, welche zur Bestimmung der oben genannten Regelung benutzt werden, sind als 15-Minuten-Mittelwerte und im Verbraucherzählsystem zu bestimmen. Eine visuelle Darstellung ist in den aktuellen VDE Normen vermerkt.

Falls der Anschlussnehmer diese Grenzwerte nicht einhalten kann, führt er – in Abstimmung mit dem Netzbetreiber – auf seine Kosten eine seinen tatsächlichen Belastungsverhältnissen angepasste, ausreichende Blindleistungskompensation durch.

Der Betrieb einer Kompensationsanlage kann Maßnahmen zur Begrenzung der Oberschwingungsspannungen und zur Vermeidung unzulässiger Rückwirkungen auf die Tonfrequenzrundsteuerung erfordern.

Leistung, Schaltung und Regelungsart der Kompensationsanlage sind daher mit dem Netzbetreiber abzustimmen. Durch das Schalten von Kompensationsanlagen darf eine schaltbedingte Spannungsänderung von 0,5 % Un am Netzanschlusspunkt nicht überschritten werden.

Die zur Blindleistungskompensation in reinen Bezugsanlagen einzubauenden Anlagen sind entweder abhängig vom Verschiebungsfaktor  $\cos \phi$  zu steuern oder im Falle der Einzelkompensation gemeinsam mit den zugeordneten Verbrauchsgerten ein- bzw. auszuschalten.

Eine lastunabhängige Festkompensation ist nicht zulässig.

Eine eventuell notwendige Verdrosselung der Kompensationsanlage stimmt der Anschlussnehmer mit dem Netzbetreiber ab.

Verteilnetze müssen imstande sein, jeglichen Blindleistungsexport (übererregt) zu unterbinden.

## **5.11 Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen**

Für Erzeugungsanlagen gelten die Vorgaben nach Kapitel 10 dieser TAB-HT.

## 6 Schaltanlagen

### 6.1 Baulicher Teil

#### 6.1.1 Allgemeines

Alle Schaltanlagen- und Transformatorräume sind als „abgeschlossene elektrische Betriebsstätten“ entsprechend den aktuellen Normen zu planen, errichten, betreiben und instand zu halten.

Weitere Vorschriften, insbesondere die behördlichen Brandschutz- und Personenschutzanforderungen der ITM, die Wasserschutzanforderungen des Wasserwirtschaft-Amtes sowie alle Umweltauflagen des Umweltamtes sind einzuhalten, ebenso wie die Verordnung über elektromagnetische Felder etc..

Zur Einführung der Anschlussleitung in die Kundenanlage und soweit erforderlich zur Installation weiterer Betriebsmittel stellt der Anschlussnehmer dem Netzbetreiber auf seinem Grundstück geeignete Flächen und/oder Räume auf Verlangen des Netzbetreibers im Rahmen einer Dienstbarkeit unentgeltlich zur Verfügung. Soweit von der Installation der erforderlichen Betriebsmittel das Eigentum Dritter betroffen ist, weist der Anschlussnehmer vor der Installation schriftlich deren Zustimmung nach.

Sofern keine abweichenden vertraglichen Regelungen bestehen, unterhalten und erneuern der Netzbetreiber und der Anschlussnehmer die im jeweiligen Eigentum stehenden Anlagen, Einrichtungen und Gegenstände selbst. Sie müssen die Arbeiten so ausführen, dass sich keine störenden Rückwirkungen auf die Anlagen des anderen Vertragspartners und keine Beschädigungen derselben ergeben.

Rechtzeitig vor der Errichtung der Hochspannungsschaltanlage legt der Kunde dem Netzbetreiber Baupläne, Schaltbilder und Zeichnungen der Schaltanlage sowie die Grundriss- und Schnittzeichnungen der elektrischen Betriebsräume in elektronischer Form (PDF und DWG) gemäß Punkt 3.2 zur Einsichtnahme und Beurteilung vor.

Der Anschlussnehmer bzw. dessen Beauftragter ist für sämtliche behördlichen Genehmigungen (z.B. Baugenehmigung, Betriebsgenehmigung) und Anzeigen zuständig. Mit der Errichtung dürfen nur Fachfirmen, welche über die benötigten Qualifikationen z.B. Anlagen nach DIN VDE 0101-1 Schaltanlagen >1kV errichten können, beauftragt werden.

Die Auslegung des baulichen Teils der Hochspannungsschaltanlage, unter Berücksichtigung eventueller Erweiterungen und Änderungen, veranlasst der Kunde im Einvernehmen mit dem Netzbetreiber. Sie ist hauptsächlich abhängig von der Lage des Grundstückes, der Bauart und dem Umfang der Schaltanlage sowie der Art der Anschlussleitungen (Kabel oder Freileitung), sowie vom Aufbau des vorhandenen Netzes.

Die Übergabestation ist mit mindestens einem geeigneten Raum auszustatten, in dem die Sekundäranlagen untergebracht werden können. Zu den Sekundäranlagen gehören z.B. Schutz- und Messeinrichtungen, Einrichtungen der Fernsteuerung/Fernüberwachung, der informationstechnischen Anbindung und Zählerplatz für Abrechnungs- und Vergleichsmessung, sowie der unterbrechungsfreien Stromversorgung. Für die Unterbringung der Sekundäranlagen des Netzbetreibers stellt der Kunde dem Netzbetreiber unentgeltlich ausreichenden und geeigneten Raum zur Verfügung. Für die Anbindung der Fernwirktechnik des Netzbetreibers sind in der Übergabestation geeignete Kabelwege vorzusehen bzw. auf Anforderung des Netzbetreibers herzustellen. Bei Anbindung mittels Mobilfunk ist dem Netzbetreiber unentgeltlich ein Montageplatz für eine Antenne außen am Gebäude zur Verfügung zu stellen.

Die Schaltanlage und der Raum, in dem sich die Abrechnungsmessung befindet, müssen dem Netzbetreiber und dessen Beauftragten jederzeit, auch außerhalb der üblichen Geschäftszeiten, gefahrlos zugänglich sein.

Zur Vermeidung von Störungen muss die Schaltanlage gegen unbefugtes Betreten mittels Alarmanlage, sowie die Anlagenräume gegen das Eindringen von Fremdkörpern und Feuchtigkeit zuverlässig geschützt werden. Dies gilt insbesondere an Belüftungs- und Druckentlastungsöffnungen, Kabeleinführungen und Türen.

Die Außenanlagen, im Besonderen bei Freiluftanlagen, sind gegen unbefugtes Eindringen mittels geeigneter Maßnahmen, die mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren sind, abzusichern.

## **6.1.2 Einzelheiten zur baulichen Ausführung**

### **Lage und Zufahrt**

Der Standort der Übergabestation wird entsprechend den Anforderungen des Anschlussnehmers und den örtlichen Gegebenheiten des Hochspannungsnetzes ausgewählt. Bei Anschluss an eine Freileitung sollte die Übergabestation idealerweise nahe an der Leitung, jedoch außerhalb des Schutzstreifens, welcher nach VDE0210 definiert wird, errichtet werden.

Eine Unterbauung der Hochspannungsleitung ist, abgesehen von der Leitungsunterkreuzung zur Realisierung der Anschlusslösung, unzulässig.

Den Fahrzeugen des Netzbetreibers und dessen Beauftragten muss die Zufahrt zur Station jederzeit möglich sein. Der Zugang und ein Transportweg von einer öffentlichen Straße sind vorzusehen und dauerhaft zu sichern.

### **Zaunanlage**

Die Übergabestation bzw. Schaltanlage muss mittels einer äußeren Umzäunung mit einer Mindesthöhe von 2,40 m geschützt werden. Die genaue Ausführung der Zaunanlage muss während der Planungsphase mit dem Netzbetreiber abgestimmt werden.

### **Zugang und Türen**

Türen zu elektrischen Betriebsräumen müssen jederzeit nach außen aufschlagen ( $> 90^\circ$ ) und sind, sofern sie sich nicht innerhalb eines Gebäudes befinden, mit einem Türfeststeller auszurüsten. Der Zugang muss jederzeit gefahrlos möglich sein. Türen zu elektrischen Betriebsräumen müssen so beschaffen sein, dass sie von außen nur mit einem Schlüssel geöffnet werden können (z.B. feststehender Knauf), Personen aber die Anlage ohne Benutzung eines Schlüssels verlassen können (Antipanikfunktion).

An den Türen der Schaltanlagen- und Transformatorräume sind Warnschilder (Warnung vor gefährlicher Spannung) mit dem Zusatzschild in 2-sprachiger Ausführung („Hochspannung, Lebensgefahr“/ „Haute tension, danger de mort“) anzubringen. Der Zugang zum Niederspannungsraum ist mit dem Warnschild (Warnung vor gefährlicher Spannung) zu kennzeichnen. Alle weiteren Beschilderungen, z.B. Batterieräume, sollten nach VDE-Vorschriften ausgelegt sein.

Die Tür zur Übergabestation sowie zu Räumen, zu denen der Netzbetreiber Zutritt haben muss, sind mit Schlössern des Netzbetreibers auszustatten. Der Netzbetreiber stellt Schließzylinder mit seiner Schließung zur Verfügung. Typen und Baulänge der Schließzylinder gibt der Netzbetreiber vor.

### **Klimabeanspruchung und Belüftung**

Eine ausreichende Be- und Entlüftung muss vorgesehen werden.

Die in DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1) angegebenen Werte für die Klimabeanspruchung Innenraumklima sind einzuhalten. Wenn nichts anderes vereinbart wird, sind folgende Klimaklassen einzuhalten:

- Die Raumtemperatur muss in dem Bereich  $+5^\circ\text{C}$  bis max.  $+35^\circ\text{C}$  liegen, wobei für Batterieräume und Räume für Sekundäranlagen die maximale Raumtemperatur bei  $+25^\circ\text{C}$  liegt.
- Der Mittelwert der relativen Luftfeuchte überschreitet in einem Zeitraum von 24h nicht den Wert 70% (Klasse „Luftfeuchte 70%“).
- Betauung ist zu vermeiden (z.B. durch Heizung und Lüftung).

## **Störlichtbogensicherheit**

Die Störlichtbogensicherheit der Anlage ist nach DIN VDE 0101 so zu gestalten, dass bei einem Störlichtbogen in der Schaltanlage keine über die Bemessung des Baukörpers hinausgehende Druckbeanspruchung auftritt und der Personenschutz gewährleistet ist.

## **Beleuchtung, Steckdosen, Brandmelder**

In begehbaren Stationsräumen einer Übergabestation sind Beleuchtung und Steckdosen mit getrennten Stromkreisen erforderlich. In Räumen, in denen Technik des Netzbetreibers aufgestellt ist, sind vom Errichter jeweils eine CEE-Steckdose 400 V / 16 A, eine CEE-Steckdose 400 V / 32 A sowie Schutzkontakt-Steckdosen 230 V / 16 A, 50 Hz zum Anschluss ortsveränderlicher Verbraucher zu installieren.

Die Beleuchtung und eventuell vorgesehene Brandmelder sind so anzubringen, dass die Lampen und Brandmelder gefahrlos ausgewechselt bzw. geprüft werden können. Eine ausreichende Lichtstärke von mindestens 200 Lux muss vorhanden sein.

Eine Sicherheitsbeleuchtung, gemäß den Vorgaben des Netzbetreibers und der behördlichen Auflagen, muss vorhanden sein.

## **Leitungsanschluss**

Die grundsätzliche Anschlusslösung wird von dem Netzbetreiber festgelegt. Der Anschlussnehmer entwickelt eine Planung des Netzanschlusses und legt sie dem Netzbetreiber frühzeitig zur weiteren Abstimmung vor.

### **Freileitungsportal**

Im Falle der Anbindung der Übergabestation an eine Freileitung gibt der Netzbetreiber die technische Lösung entsprechend den örtlichen und technischen Gegebenheiten und der vereinbarten Eigentums Grenzen vor.

### **Kabellegung**

Der Bereich der Kabeltrassen darf nicht überbaut werden und es dürfen keine tiefwurzelnden Pflanzen vorhanden sein. Die Kabeltrasse muss, insbesondere zur Störungsbeseitigung, jederzeit zugänglich sein. Zur Einführung der Kabel des Netzbetreibers in das Gebäude sind bauseitig Wanddurchlässe und Kabeleinführungen in ausreichender Zahl nach Angabe des Netzbetreibers vorzusehen. Falls erforderlich, sind zusätzlich Kabelschächte nach Vorgabe des Netzbetreibers einzuplanen. Gegebenenfalls sind spezielle Konstruktionen zur Kabeleinführungen einzusetzen. Ebenso hat die Ausführung von Kabelkanälen, Kabelschutzrohren, -pritschen sowie Kabelkellern, welche die Kabel des Netzbetreibers aufnehmen sollen, nach den Vorgaben des Netzbetreibers zu erfolgen. Die Kosten sind vom Anschlussnehmer zu tragen. Auf die Biegeradien der Kabel sowie deren mechanischen Schutz ist zu achten.

## **6.2 Elektrischer Teil**

### **6.2.1 Allgemeines**

Alle Betriebsmittel der Übergabestation müssen, für die durch den Kurzschlussstrom auftretenden thermischen und dynamischen Beanspruchungen bemessen sein. Unabhängig von den am Netzanschlusspunkt tatsächlich vorhandenen Werten sind die Betriebsmittel mindestens für nachfolgend aufgeführte Kenngrößen zu dimensionieren.

Die technischen Daten der Betriebsmittel sind mit dem Netzbetreiber rechtzeitig (2 Monate vor der Bestellung) abzustimmen.

Übergabestationen sind entsprechend den höheren Werten nach DIN VDE 0101 zu isolieren. Der Netzbetreiber gibt die erforderlichen Kennwerte für die Dimensionierung der Übergabestation am

Netzanschlusspunkt vor. Ferner stellt der Netzbetreiber dem Anschlussnehmer nach Anfrage folgende Daten zur Verfügung:

- Anfangs-Kurzschlusswechselstrom und Impedanzwinkel aus dem Netz des Netzbetreibers am Netzanschlusspunkt (ohne Berücksichtigung des Kurzschlussstrombeitrags der Erzeugungsanlagen);
- die gesamte Fehlerabschaltzeit des Hauptschutzes aus dem Netz des Netzbetreibers am Netzanschlusspunkt.

Unabhängig von den am Netzanschlusspunkt tatsächlich vorhandenen Werten ist die komplette Schaltanlage mindestens für nachfolgend aufgeführte Kenngrößen zu dimensionieren.

Netz-Nennspannung**	65 kV / 110 kV	220 kV
Höchste Spannung für Betriebsmittel**	$U_m = 123 \text{ kV}$	$U_m = 253 \text{ kV}$
Bemessungs-Kurzzeitwechselfspannung	$U_D = 230 \text{ kV}$	$U_D = 460 \text{ kV}$
Bemessungs-Blitzstoßspannung	$U_W = 550 \text{ kV}$	$U_W = 1050 \text{ kV}$
Nennfrequenz	$f_n = 50 \text{ Hz}$	$f_n = 50 \text{ Hz}$
Dynamische Beanspruchung (1 sec)	$I_K = 40 \text{ kA}$	$I_K = 50 \text{ kA}$
Stoßkurzschlussstrom	$I_p = 100 \text{ kA}$	$I_p = 142 \text{ kA}$
Bemessungsstrom*	$I_r = 1250 \text{ A}$	$I_r = 3150 \text{ A}$

\* Der hier angegebene Wert für den Bemessungsstrom gilt nicht für die Dimensionierung der Wandler. Der für die Wandler maßgebliche Bemessungsstrom wird projektspezifisch festgelegt.

\*\* Anlagen, welche auf der 65 kV-Spannungsebene angeschlossen werden, sind für den Betrieb mit einer Netz-Nennspannung von 110 kV ( $U_m=123 \text{ kV}$ ) auszulegen

In Einzelfällen kann der Netzbetreiber vom Kunden Einrichtungen zur Begrenzung des von der Kundenanlage in das Netz des Netzbetreibers eingespeisten Anfangskurzschlusswechselstromes verlangen, um Betriebsmittel zu schützen bzw. Schutzfunktionen im Netz zu gewährleisten.

## 6.2.2 Schaltanlagen

### Schaltung und Aufbau

Der Anschluss der Hochspannungs-Übergabestation an das Hochspannungsnetz erfolgt über mindestens ein Übergabefeld, das mindestens folgende Betriebsmittel enthalten muss:

- Leitungserdungsschalter
- Trennschalter
- Spannungswandler
- Stromwandler
- Leistungsschalter

Die Schaltgeräte in den Übergabeschaltfeldern müssen auch vor Ort zu betätigen sein. In jedem Schaltfeld muss ein gefahrloses Erden und Kurzschließen möglich sein.

Hochspannungsschaltanlagen sind entweder in Freilufttechnik oder, bei einer Innenraumanlage, in gasisolierter Ausführung zu errichten.

Schaltung und Aufbau der Schaltanlage richten sich nach dem Leistungsbedarf und den Betriebserfordernissen des Kunden sowie nach den Vorgaben des Netzbetreibers entsprechend den Netzverhältnissen am Netzanschluss- und Netzverknüpfungspunkt.

### Überspannungsschutz

Übergabestationen, welche über einen Freileitungsanschluss versorgt werden, benötigen stets Überspannungsableiter am Leitungseingang sowie des Weiteren auf der Primärseite des Leistungstransformators. Diese sind vom Kunden zu liefern.

## **Kennzeichnung und Beschriftung**

Die Übergabestationen sind folgendermaßen zu kennzeichnen und zu beschriften:

- Alle Schalt- und Messfelder sowie Transformatoren/-räume sind gut lesbar, eindeutig und dauerhaft zu beschriften;
- die Bezeichnungen der Übergabestation, des Übergabe-Schaltfelds bzw. der Übergabe-Schaltfelder werden vom Netzbetreiber vorgegeben;
- die Eigentumsgrenze und Verfügungsbereiche zwischen Kundenanlage und den Anlagenteilen des Netzbetreibers sind zu kennzeichnen;
- Erdungsschalter sowie deren Antriebe und Bedienhebel sind farblich zu kennzeichnen, Bei Dreistellungschaltern in GIS-Anlagen gilt dies nicht für Antriebe aber für die örtlichen Anzeigen;
- Die seitens des Anschlussnehmers sowie des Netzbetreibers zuständige netzführende Stelle ist auf einem Hinweisschild in der Übergabestation zu benennen.

Der Netzbetreiber gibt dem Anschlussnehmer die erforderlichen Beschriftungen vor bzw. ist berechtigt, entsprechende Beschriftungen anzubringen, auf Kosten des Anschlussnehmers.

## **Netztransformatoren**

Transformator-Impedanzwerte kleiner als  $40\Omega$  (Mittelstellung des Stufenschalters) bedürfen der Prüfung und der Zustimmung des Netzbetreibers. Dies gilt auch für die resultierende Transformatorimpedanz dauerhaft

parallel betriebener Transformatoren.

Um beim Zuschalten spannungsloser Netztransformatoren unzulässige Schutzanregungen bzw. Spannungseinbrüche zu vermeiden, kann der Netzbetreiber den Einsatz von Maßnahmen zur Begrenzung des Rushstroms verlangen, z. B. die Auswahl geeigneter Transformator-Bemessungsleistungen, Verriegelungen, Festlegung von Schaltprogrammen oder eine Vormagnetisierung.

## **Wandler**

Sämtliche Wandler für Mess- und Schutzzwecke sind beim Netzbetreiber zu Lasten des Kunden zu beziehen.

### **6.2.3 Sternpunktbehandlung**

Die Sternpunktbehandlung für die Netze des Netzbetreibers legt der Netzbetreiber fest. Für diejenigen Betriebsmittel, die mit dem Netz des Netzbetreibers galvanisch verbunden sind, gibt der Netzbetreiber die Art der Behandlung der Sternpunkte auch für die Betriebsmittel des Anschlussnehmers vor. Aus dieser Vorgabe können sich Einschränkungen für die Behandlung von Sternpunkten in den Netzen des Anschlussnehmers ergeben. Die primärseitige als auch sekundärseitige Sternpunktbehandlung der Leistungstransformatoren sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Die Rückwirkungen unsymmetrischer Fehler aus der, an das Hochspannungsnetz angeschlossene, Anlagen sind zu minimieren. Insbesondere dürfen keine Nullsystemkomponenten aus dem Netz des Anschlussnehmers übertragen werden.

**ANMERKUNG:** In der Praxis bedeutet dies, dass bei Transformatoren mit der Schaltgruppe YNyn der Kundenanlage in der Regel nur einer der beiden Sternpunkte beschaltet werden darf.

Für die Sternpunktbehandlung der, der Hochspannungsschaltanlage nachgelagerten, galvanisch getrennten Mittel- und Niederspannungsnetze, ist der Kunde selbst verantwortlich.

## 6.2.4 Erdungsanlage

Die Erdungsanlage ist unter Berücksichtigung der Netzdaten des Netzbetreibers entsprechend DIN EN 50522 (VDE 0101-2) auszulegen. Die Einhaltung der zulässigen Berührungsspannung nach DIN EN 50522 (VDE 0101-2) muss messtechnisch nach der Strom-Spannungs-Methode nachgewiesen werden.

Die Prüfprotokolle sind dem Netzbetreiber rechtzeitig vor der Inbetriebsetzung zu übergeben. Die eingesetzten Erdungsgarnituren müssen der DIN EN 61230 (VDE 0683-100) entsprechen.

## 6.3 Sekundärtechnik

### 6.3.1 Prozessdatenübertragung an die netzführende Stelle

Das Hochspannungsnetz wird von der netzführenden Stelle des Netzbetreibers fernüberwacht und ferngesteuert. Um die damit verbundenen Funktionalitäten vollumfänglich zu nutzen und vor allem im Störungs- und Ereignisfall schnell und sicher agieren zu können, müssen auch aus Kundenanlagen Meldungen, Messwerte sowie Schaltbefehle zur netzführenden Stelle des Netzbetreibers übertragen werden.

Demzufolge wird für die Übergabestation entsprechende Leittechnik benötigt. Diese ist zum Zeitpunkt der Errichtung mit dem Netzbetreiber auszulegen. Die zu verwendenden Datenprotokolle für Netz und ggf. Betriebsführung werden vom Netzbetreiber festgelegt.

Mindestens folgende Meldungen und Messwerte sind immer zu übertragen:

- alle HS-Schaltgeräte als Schalter- und Trennerstellungs-Meldungen
- Schutzanregung, Schutzauslösung, Leistungsschalter Störung, Schutzstörung
- die Messwerte Spannung, Strom, Frequenz, Wirk- und Blindleistung. (3 Phasen, Effektivwerte)
- Bei Direktanschluss an einen Transformator: Laststufenschalter, falls vorhanden

Der Prozessdatenumfang soll projektspezifisch angepasst werden, eine Beispiel-Liste kann aus der aktuellen VDE Norm entnommen werden.

Für Erfassung und Übertragung von Messwerten gelten die nachfolgend aufgeführten Grenzwerte:

- Spannung: Gesamtmessfehler  $\leq 1\%$ , empfohlener Schwellwert  $1\% U_n$  und zusätzlich zyklisch alle 2 s;
- Strom, Wirk- und Blindleistung: Gesamtmessfehler  $\leq 3\% S_r$ , empfohlener Schwellwert  $3\% S_r$  und zusätzlich zyklisch alle 5 s.

Für Generatoranlagen gelten zusätzlich die in Kapitel 11 angegebenen Bedingungen.

### 6.3.2 Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung

Die Übergabestation muss über eine Anlage mit 400/230-V-Drehstromsystem für die Eigenbedarfs-Versorgung und eine Hilfsenergieversorgung verfügen. Für die Hilfsenergieversorgung ist eine Batterie erforderlich. Bei bestimmten Anlagenkonfigurationen (z.B. Ringleitung) kann der Netzbetreiber eine zweite getrennte Batterie verlangen. Diese Batterie liefert nur die Hilfsenergie für die Anlagenteile, welche im Zuständigkeitsbereich des Netzbetreibers sind. Die Batteriespannung muss 125VDC betragen. Als oberste bzw. unterste Spannungs-Grenzwerte sind 142 VDC bzw. 115 VDC einzuhalten. Wartung und Betrieb der zusätzlichen Batterie fallen, zu Lasten des Besitzers, unter den Zuständigkeitsbereich des Netzbetreibers.

Die Kapazität ist so zu bemessen, dass bei fehlender Netzspannung die Kundenanlage mit allen Kommunikations-, Schutz-, Sekundär- und Hilfseinrichtungen – inklusive Zähl- und Messeinrichtungen – mindestens acht Stunden betrieben werden kann. Innerhalb dieser Zeit müssen drei komplette Schaltfolgen möglich sein. Der Betrieb der Übergabestation ohne funktionstüchtige Batterie ist unzulässig.

Die Hilfsenergieversorgung der Regelungskomponenten (z. B. der EZA-Regler) sowie der dazugehörigen Kommunikationseinrichtungen in der Erzeugungsanlage sind so zu dimensionieren, dass ein ordnungsgemäßer Betrieb für den **quasistationären Betrieb** sichergestellt ist.

Wenn der EZA-Regler über keine eigenständige Hilfsenergieversorgung verfügt, die für Unter- und Überspannungen einen Betrieb innerhalb der Grenzdigramme für die **Dynamische Netzstützung (Fault-Ride-Through-Grenzkurve)** ermöglicht, muss die Eigenbedarfsversorgung über die Übergabestation sichergestellt werden.

Die Gleichspannungskreise sind erdfrei zu betreiben und auf Erdschluss zu überwachen. Die Gleichspannungsverteilung ist derart auszulegen, dass Kurzschlüsse an jeder Stelle der Anlage nach höchstens 30ms abgeschaltet werden. Zudem ist auf Selektivität in den Gleichspannungskreisen zu achten.

Eigenbedarf und Hilfsenergie für sekundärtechnische Einrichtungen des Netzbetreibers stellt der Anschlussnehmer nach den technischen Vorgaben des Netzbetreibers unentgeltlich zur Verfügung. Dazu sind in den Eigenbedarfsverteilungen entsprechend abgesicherte Stromkreise vorzuhalten. Anzahl und Absicherung der Stromkreise sowie der gesamte Leistungsbedarf sind vom Netzbetreiber anzugeben.

Der Anlagenbetreiber ist für die Überwachung des Eigenbedarfs und der Hilfsenergieversorgung verantwortlich. Die Funktionsfähigkeit der Hilfsenergieversorgung ist durch entsprechende Maßnahmen dauerhaft zu sichern, mindestens alle vier Jahre nachzuweisen, in einem Prüfprotokoll zu dokumentieren und dem Netzbetreiber auf Anfrage vorzulegen.

### 6.3.3 Schutzeinrichtungen

#### 6.3.3.1 Allgemeines

Der Schutz ist für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb der Netze, der Anschlussanlage und der Erzeugungseinheiten von erheblicher Bedeutung.

Um zu vermeiden, dass Fehler in der Kundenanlage zu Störungen im Netz des Netzbetreibers führen, sind in der Übergabestation Schutzeinrichtungen vorzusehen, die das fehlerhafte Netz oder die gesamte Übergabestation automatisch abschalten. Die Schutzeinrichtung muss so ausgewählt und eingestellt sein, dass sie selektiv zu den übrigen Abschalteneinrichtungen im Netz des Netzbetreibers wirkt.

Nach DIN VDE 0101 müssen für elektrische Anlagen selbsttätige Einrichtungen zum Abschalten von Kurzschlüssen vorgesehen werden. Der Anlagenbetreiber ist für den zuverlässigen Schutz seiner nachgeschalteten Anlagen selbst verantwortlich. Hierzu hat der Anlagenbetreiber Schutzeinrichtungen in angemessenem Umfang zu installieren. Bei Inselbetriebsfähigen Anlagen sind diese Schutzmaßnahmen auch für den Inselbetrieb zu gewährleisten. Schutzeinrichtungen müssen in der Lage sein, ihre Aufgabe auch bei ausgefallener Netzspannung zu erfüllen, beispielsweise durch eine netzspannungs-unabhängige Hilfsenergie.

Die Verantwortung für die Konzeption und für die mit dem Netzbetreiber abgestimmten Einstellwerte der Schutzeinrichtungen liegt bei demjenigen, für dessen Betriebsmittel die Schutzeinrichtungen den Hauptschutz darstellen. Die Verantwortung für die Umsetzung der Einstellwerte und den ordnungsgemäßen Betrieb der Schutzeinrichtungen liegt beim jeweiligen Betreiber der Schutzeinrichtungen. Konzepte und Schutzeinstellungen an den Schnittstellen zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber/Anschlussnehmer sind auf der Grundlage der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4120 so zu realisieren, dass eine Gefährdung der aneinandergrenzenden Netze und Anlagen ausgeschlossen werden kann.

Folgende Schutzeinrichtungen sind zu berücksichtigen:

- Netzschutzeinrichtungen (Leitungsfelder);
- Kurzschlusschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers (Abgangsfelder);
- Entkopplungsschutzeinrichtungen (bei Erzeugungsanlagen) – siehe Kapitel 11.

Es ist ein durchgängiges Reserveschutzkonzept aufzubauen. Haupt- und Reserveschutz sind an getrennte Hilfsspannungskreise und an getrennte Wandlerkreise anzuschließen. Haupt- und Reserveschutz betätigen getrennte Auslösespulen bzw. wirken auf unterschiedliche Leistungsschalter.

ANMERKUNG 1: Es wird darauf hingewiesen, dass der Leitungsschutz in den benachbarten Umspannwerken des Netzbetreibers keine Reserveschutzfunktion für die Anlage des Anschlussnehmers sicherstellen kann, insbesondere nicht für Fehler auf der Unterspannungsseite des Transformators.

Zusätzliche Schutzgeräte können die folgenden Aspekte abdecken: Über- und Unterspannung am Anschlusspunkt, Über- und Unterfrequenz, Anlagenschutz, und Reserveschutz gegen Schutz- und Schaltgerätefehlfunktion.

Die Einstellwerte für die Schutzeinrichtungen (Kurzschluss- und Entkopplungsschutzeinrichtungen) werden, soweit sie Einfluss auf das Netz des Netzbetreibers haben, von diesem vorgegeben. Wesentliche Änderungen an den Schutzeinrichtungen (Entkopplungsschutzeinrichtungen, Kurzschlusschutz einrichtung am Übergabepunkt) bzw. deren Einstellung werden zwischen dem Netzbetreiber und dem Anlagenbetreiber rechtzeitig abgestimmt. Wenn erforderlich, kann der Netzbetreiber nachträglich andere Einstellwerte für die Schutzeinrichtungen vorgeben.

Für jedes Übergabefeld ist entsprechend dem abgestimmten Schutzkonzept Reserveschutz vorzusehen, welcher vom Netzbetreiber, zu Lasten des Kunden, definiert, eingestellt und geprüft wird.

Der Netzbetreiber gibt vor, ob und welche Schutzeinrichtungen plombiert oder auf andere Weise gegen Veränderung geschützt werden müssen.

Alle für Störungsklärunen notwendigen Informationen sind zwischen dem Netzbetreiber und dem Anschlussnehmer auszutauschen.

Zur Sicherung der dauerhaften Funktionsfähigkeit sind die Schutzsysteme des Anschlussnehmers vor Inbetriebnahme vor Ort und in regelmäßigen Abständen zu prüfen. Die Ausführung der Schutzprüfungen und deren Ergebnisse sind vom Anlagenbetreiber durch Prüfprotokolle zu dokumentieren und dem Netzbetreiber auf Verlangen vorzulegen.

ANMERKUNG 2: Die Schutzsysteme schließen gleichfalls die Entkopplungsschutzeinrichtungen an den Erzeugungseinheiten und Speichern mit ein. Insofern gelten alle gestellten Anforderungen (unter anderem auch hinsichtlich einer regelmäßigen Prüfung der Schutzsysteme) ebenfalls für diese Schutzeinrichtungen. Dies gilt auch dann, wenn die Schutzfunktionen in der Anlagensteuerung integriert sind.

Die Inbetriebnahme der Schutzsysteme des Reserveschutzes wird durch den Netzbetreiber in Anwesenheit des Kunden durchgeführt, dies gilt ebenfalls für den Hauptschutz der Leitungsabgänge, welche nach der Inbetriebsetzung an den Netzbetreiber übergeben werden.

Die Schutzeinstellung der Transformatorenabgangsfelder erfolgt durch den Kunden oder deren Anlagenbetreiber und ist von diesem zu dokumentieren.

Zur Durchführung der Funktionsprüfung aller Schutzeinrichtungen (auch an den Erzeugungseinheiten) sind Schnittstellen vorzusehen, welche eine Prüfung ohne Änderung der Verdrahtung ermöglichen (z.B. Prüftrennleisten oder Prüfklemmenleisten mit Längstrennung). Diese sind an gut zugänglicher Stelle anzubringen. Genauere Details sind mit dem Netzbetreiber erklären. Die VDE Anwendungsregeln VDE-AR-N 4120 kann als Planungsunterlage dienen, ist jedoch nicht bindend.

Die eingestellten Werte müssen an den Schutzeinrichtungen einfach und ohne zusätzliche Hilfsmittel ablesbar gemacht werden können. Dies gilt auch für den Fall, dass die Schutzfunktionen in der Anlagensteuerung integriert sind.

Schutzeinrichtungen, die an Wandler in der Spannungsebene des Netzanschlusses angeschlossen werden, müssen der Richtlinie<sup>4</sup> genügen.

Der Anlagenbetreiber hat selbst Vorsorge dafür zu treffen, dass Schaltheandlungen, Spannungsschwankungen, automatische Wiedereinschaltungen oder andere Vorgänge im Netz des Netzbetreibers nicht zu Schäden an seinen Anlagen führen.

### 6.3.3.2 Netzschutz und Netzschutzeinrichtungen

Kundenanlagen, die am Transportnetz (220 kV) angeschlossen sind, müssen zwecks Schutzes gegen Netzzusammenbruch ferngesteuert abschaltbar sein.

Je nach Anschlusslösung wird der Einsatz von Netzschutzeinrichtungen in den Übergabeschaltfeldern nach Vorgabe des Netzbetreibers notwendig. Die Schutzeinrichtungen sind in einem getrennten Raum, welcher nur für den Netzbetreiber zugänglich sein darf, untergebracht.

### 6.3.3.3 Kurzschlusschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers

Die Kurzschlusschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers sind für das Abschalten von Kurzschlüssen in der Kundenanlage erforderlich. Sie sind in das Gesamtschutzkonzept des Netzbetreibers zu integrieren. In der Planungsphase ist daher mit dem Netzbetreiber das Schutzkonzept abzustimmen. Die Einstellwerte für die Schutzeinrichtungen werden, soweit sie Einfluss auf das Netz des Netzbetreibers haben, von diesem vorgegeben.

Die maximal zulässige Fehlerklärungszeit bei Kurzschlüssen  $t_f$  beträgt für den Hauptschutz (inkl. Schaltereigenzeit):

- für Fehler im Schutzbereich des Transformators  $t_f \leq 100\text{ms}$
- für Fehler auf der Unterspannungsseite des Trafos, auf der Mittelspannungs-Sammelschiene und im Nahbereich des angeschlossenen Mittelspannungsnetzes  $t_f \leq 1,0\text{s}$ .

Folgende Schutzfunktionen sind am Netztransformator vorzusehen:

- Transformatorendifferentialschutz
- UMZ-Schutz überspannungsseitig
- AMZ- und UMZ-Schutz unterspannungsseitig
- Buchholzschutz

Folgende Überwachungsfunktionen müssen im Schutzkonzept realisiert sein. Sofern die Kundenanlage nicht durch den Anschlussnehmer fernwirktechnisch 24 Stunden / 365 Tage überwacht wird, führt das Ansprechen der Funktionen zum Auslösen des zugeordneten Übergabeschalters.

- Selbstüberwachung der Schutzeinrichtungen (Life-Kontakt);
- Überwachung der netzunabhängigen Hilfsenergieversorgung;
- Überwachung der Auslöseverbindung zwischen Schutzeinrichtung und Schaltgerät bei räumlich getrennter Anordnung.

In der 24 Stunden / 365 Tage besetzten netzführenden Stelle des Anschlussnehmers auflaufende Störmeldungen sind durch den Anschlussnehmer unverzüglich zu beheben. Bei unmittelbaren Auswirkungen auf das Netz des Netzbetreibers ist der Netzbetreiber unverzüglich zu informieren.

### Frequenzabhängiger Lastabwurf

Zur Vermeidung von Netzzusammenbrüchen gelten die Anforderungen der -Übertragungsnetzbetreiber zum frequenzabhängigen stufenweisen Lastabwurf. Die Umsetzung erfolgt durch den Anschlussnehmer nach

---

<sup>4</sup> Siehe Richtlinie „Anforderungen an digitale Schutzeinrichtungen“, herausgegeben vom FNN

Vorgabe des Netzbetreibers. Die Anzahl der Stufen sowie die zugehörigen Auslösefrequenzen werden vom Netzbetreiber vorgegeben.

Das Unterfrequenzschutzgerät muss von einer nominalen, durch den jeweiligen Netzbetreiber definierten Hilfswechselspannung gespeist werden können, und muss die folgenden Funktionsfähigkeiten aufweisen:

- Frequenzbereich: Mindestens zwischen 47-50Hz, einstellbar in Schritten von 0,05 Hz
- Zeitverzögerung: Maximal 150ms nach dem Erreichen des Frequenzgrenzwertes
- Spannungsblokierung: Blockierung des Systems sollte möglich sein, wenn die Spannung in einem Bereich von 30 bis 90% der Nennspannung liegt
- Richtungserkennung der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Trennung.

Die Messspannung muss am Frequenzmesspunkt abgegriffen werden, so dass ihre Frequenz mit der Netzfrequenz übereinstimmt.

### **Spannungsabhängiger Lastabwurf**

Nicht benötigt

### **Blockieren des Laststufenschalters**

Nicht benötigt

## **6.3.4 Schreiber zur Aufzeichnung von Störungen und zur Erfassung der Spannungsqualität**

Der Anschlussnehmer beschafft und installiert den Schreiber zur Aufzeichnung von Störungen und zur Erfassung der Spannungsqualität. Der Störschreiber verbleibt im Eigentum des Anschlussnehmers. Der Störschreiber-Typ wird von dem Netzbetreiber bestimmt.

Der Anschlussnehmer ist verpflichtet den Störschreiber auf Anforderung des Netzbetreibers auszulesen und die Daten innerhalb von 3 Werktagen zur Verfügung zu stellen.

Die Messung der für den Störschreiber erforderlichen Spannungen und Ströme hat auf der Hochspannungsseite zu erfolgen. Die erforderlichen Spannungen und Ströme sind über die in der Schaltanlage installierten Messwandler zu erfassen.

Die Installationsorte der Störschreiber sind mit dem Netzbetreiber abzuklären.

In der Regel sind bei Ringeinspeisungen ein Schreiber pro Leitungsfeld vorzusehen, bei einer Sticheinspeisung ist der Schreiber auf dem Transformatorenabgangsfeld gefordert. Wenn es von dem Netzbetreiber verlangt wird, müssen die Störschreiber in den Leitungsfeldern an die Netzleitstelle des Netzbetreibers angebunden sein. Die näheren technischen Einzelheiten der Kommunikationsanbindung sind mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren.

Nur sofern mehrere Anschlussnutzer (z. B. wirtschaftlich eigenständige Gesellschaften) einen Anschluss an das Netz zur allgemeinen Versorgung zur Entnahme oder zur Einspeisung von elektrischer Energie nutzen, ist je Anschlusspunkt eines jeden Anschlussnutzers innerhalb der Kundenanlage ein Störschreiber zu installieren. Damit soll über die gesamte Lebensdauer der Kundenanlage ein eventuell nicht anforderungskonformes Verhalten im Sinne dieser Anwendungsregel technisch nachvollzogen und eindeutig dem entsprechenden Anschlussnutzer zugeordnet werden können.

Der Anschlussnutzer ist verpflichtet den Störschreiber auf Anforderung des Netzbetreibers auszulesen und die Daten so schnell wie möglich zur Verfügung zu stellen. Bei Bedarf können genauere Fristen vertraglich festgehalten werden.

Folgende Anforderungen sind mindestens mittels des Störschreibers zu erfassen:

- Verhalten zur dynamischen Netzstützung;
- im Falle einer Netzstörung die Abgabeleistung in Abhängigkeit der Frequenz.

Bei Erzeugungsanlagen kann auch in jeder Erzeugungseinheit eine Schreiberfunktion zur Aufzeichnung von Störungen realisiert werden.

Die Anforderungen an den Schreiber für Störungen und Spannungsqualität sind aus der VDE-Anwendungsregel AR-N 4120 zu entnehmen.

### 6.3.5 Fernwirk- und Kommunikationstechnik

Der Aufbau der Fernwirk- und Kommunikationseinrichtungen (Verlegung der Datenleitungen, Lieferung und Montage der Relaischränke) erfolgt, zu Lasten des Kunden, durch den Netzbetreiber.

## 7 Abrechnungsmessung

### 7.1 Allgemeines

Der Aufbau der Messeinrichtungen erfordert eine frühzeitige Abstimmung mit dem Netzbetreiber. Grundsätzliche Festlegungen, die über die nachfolgenden Regelungen sowie weitere, auf den Internetseiten des Netzbetreibers aufgeführten Bedingungen hinausgehen, können in der VDE-AR-N 4400 „Messwesen Strom - Metering Code“<sup>5</sup> nachgelesen werden.

Die Messeinrichtung (Lieferung der Mess- und Steuerleitungen sowie Lieferung und Montage des Zählerschranks) wird, zu Lasten des Kunden, vom Netzbetreiber bereitgestellt und wird Eigentum des Kunden. Alle Messeinrichtungen sind möglichst an einem gemeinsamen Platz unterzubringen. Bei Bedarf stellt der Anschlussnehmer eine Spannungsversorgung (230 V Wechselspannung) zur Verfügung.

Die Messwandler (Strom- und Potentialwandler zu Schutz- und Messzwecken) sind **mit dem Netzbetreiber abzustimmen** (Wandlerverhältnis, Genauigkeitsklasse, Anzahl Wicklungen, Bürde, usw.), durch den Errichter einzubauen und bleiben im Besitz des Kunden. Der Zähler und dessen Kommunikationseinrichtung stellt der Netzbetreiber gegen ein monatliches Entgelt zur Verfügung und bleiben Eigentum des Netzbetreibers.

Plombenverschlüsse des Netzbetreibers an Anlagenteilen, in denen nicht gemessene Energie fließt, werden nur mit dessen Zustimmung geöffnet. Hat dieser eine allgemeine Zustimmung für das Öffnen von Plombenverschlüssen erteilt, so gilt das hierfür festgelegte Verfahren. Bei Gefahr dürfen die Plomben ohne Zustimmung des Netzbetreibers entfernt werden. Eine Wiederverplombung ist **unverzüglich** beim Netzbetreiber zu veranlassen.

Plomben an Messeinrichtungen sowie an Steuer- und Kommunikationseinrichtungen, die Bestandteil der Messeinrichtungen sind, dürfen weder entfernt noch beschädigt werden. Vollzählig vorhandene und unverletzte Plomben gewährleisten, dass keine unbefugten Eingriffe vorgenommen wurden. Im Falle z.B. einer falschen Messung entlasten sie den Anlagenbetreiber. Deshalb soll dieser auch, nach jedem Betreten der Station durch Dritte, z.B. für Wartungs- und Reparaturarbeiten, überprüfen, ob alle Plomben noch vorhanden und unversehrt sind und Unregelmäßigkeiten beim Netzbetreiber melden. Alle Plomben müssen Netzbetreiber-Plomben sein.

Wandler und gegebenenfalls zur Messeinrichtung gehörende Sicherungen und Trenner **auf der Sekundarseite** müssen entweder hinter mit Plomben versiegelbaren Abdeckungen oder hinter einer Schranktür angebracht werden, welche mit Schlössern des netzbetreiber-eigenen Schließsystems ausgerüstet ist. Die Abdeckungen und Türen der Messeinrichtung dürfen nicht ohne Lösen der Plomben oder durch Öffnen des Schlosses entfernt oder geöffnet werden.

Der Abstand vom Fußboden bis zur Mitte der Mess- und Steuereinrichtung muss mindestens 0,80 m und darf maximal 1,80 m betragen. Vor dem Zählerschrank muss eine Bedienungs- und Arbeitsfläche freigehalten werden mit einer

· Breite: Zählerschrank-Breite, jedoch mindestens 1,00 m

---

<sup>5</sup> Siehe Anwendungsregel „Messwesen Strom – Metering Code“, herausgegeben vom FNN im VDE

- Tiefe: mindestens 1,20 m
- Höhe: durchgängig mindestens 2,00 m

Der Anbringungsort muss erschütterungsfrei, vor Schmutz, Witterungs- und Temperatureinflüssen und gegen mechanische Beschädigungen geschützt und ausreichend beleuchtet sein. Er ist im Einvernehmen mit dem Netzbetreiber festzulegen und in die Planungsunterlagen einzutragen.

Für den Anschluss von Messeinrichtung gelten immer die aktuell technisch anerkannten Normen (z.B. VDE-AR-N 4400, VDE 0418, VDE 0603, VDE 0414, usw.)

Die Umgebungstemperatur am Anbringungsort der Zähler soll nicht unter  $-10^{\circ}\text{C}$  absinken und nicht über  $+45^{\circ}\text{C}$  ansteigen, um die Verkehrsfehlergrenzen einzuhalten.

Die Verlegung der Messleitungen auf der Sekundärseite vom Zäblerschrank bis zu den Messwandlern hat durch den Errichter der Anlage zu erfolgen. Auf genügend Reserve bei der Verlegung der Messleitungen ist zu achten. Strom- und Spannungsmessleitungen sind ungeschnitten, auf kurzem und leicht zugänglichem Weg, mechanisch geschützt und separat von anderen Leitungssystemen in Kabelkanälen oder Rohren zu verlegen. Die einzelnen Leiter müssen nach Angabe des Netzbetreibers gelegt und gekennzeichnet werden. Die Leitungslängen und Querschnitte der Messwandler-Sekundärleitungen sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Zweidriges Kabel sind pro Messwicklung vorzusehen. Als Messwandler-Sekundärleitungen sind zu verwenden:

- halogenfreie Mantelleitungen (NHMH, NHXMH),
- Kunststoffkabel (NYY, NYCY, NYCWY),
- halogenfreie Starkstromkabel (N2XH, N2XCH).

Der Einbau der Messwandler ist vorab im Einvernehmen mit dem Netzbetreiber festzulegen. An die für Messzwecke vorgesehene Wicklung dürfen nur Betriebsmittel der Messeinrichtung angeschlossen werden.

Die Messeinrichtung, mit Ausnahme der Zähler und zugehöriger Steuergeräte, ist vom Errichter der Anlage rechtzeitig anzufordern, einzubauen und, **falls vom Netzbetreiber gefordert, gemäß Schaltplan zu verdrahten**. Falls nicht anders vermerkt, erfolgt der sekundärseitige Anschluss der Messleitungen durch den Netzbetreiber. Die Prüfung und Inbetriebnahme erfolgen durch den Netzbetreiber.

Ab 2 Abnehmer sieht der Netzbetreiber standardmäßig eine Dreiecksmessung vor. In diesem Fall werden die Verluste reell bestimmt und jeder Abnehmer erhält einen Lastgangzähler. Installations- und Mietkosten sind vom jeweiligen Abnehmer zu tragen. Die Kopfmessung und die reell gemessenen Verluste bekommt der Anlagenbesitzer bzw. -betreiber verrechnet. Der Aufbau und die Ausstattung der mittelspannungsseitigen Messungen hat gemäß dem Kapitel „**Abrechnungsmessung und Datenbereitstellung**“ der aktuell gültigen technischen Anschlussbedingungen TAB-MT zu erfolgen.

Nach Absprache mit dem Netzbetreiber können in Hochspannungskundenstationen Abzähler vom Netzbetreiber für folgende Installationen eingebaut werden:

- Erzeugungsanlagen
- Ladestationen für Elektroautos
- Kleinstverbraucher, wie z.B. Mobilfunkantennen, Sirenen, Baustellen, temporäre Anschlüsse

Ein Abzähler ist immer als Lastgangzähler auszuführen. Ist als Abzähler eine Mittelspannungsmessung vorgesehen, hat der Aufbau und die Ausstattung der Messung gemäß dem Kapitel „**Abrechnungsmessung und Datenbereitstellung**“ der gültigen technischen Anschlussbedingungen TAB-MT zu erfolgen. Ist der Abzähler als Niederspannungsmessung vorgesehen, hat der Aufbau und die Ausstattung gemäß dem Kapitel „**Mess- und Steuereinrichtungen, Zählerplätze**“ der **aktuell** gültigen technischen Anschlussbedingungen TAB-BT zu erfolgen.

Die zusätzlichen Kupferverluste, die solche Abnehmer verursachen, müssen von Letzteren selbst getragen werden. Da diese nicht reell bestimmt werden können, werden jedem Abzähler die Kupferverluste, wie in den Netznutzungsverträgen vereinbart, verrechnet.

Laufpläne und ein garantierter, ungehinderter Zugang zu den Abzählern des Netzbetreibers sind zu gewährleisten. Der Zählerraum muss über den Allgemeinbereich des Gebäudes zugänglich sein.

## **7.2 Vergleichsmessung**

Eine Vergleichsmessung ist in der Hochspannung immer vorzusehen. In diesem Fall fallen keine zusätzlichen Gebühren für die Zählermiete an.

## **7.3 Einrichtungen zur Datenfernübertragung**

Der Netzbetreiber liest die Zählerstände mit einer Einrichtung zur Datenfernübertragung aus. Dies erfolgt im Regelfall über das öffentliche Mobilfunknetz. Falls das Mobilfunknetz am Zählerstandort nicht in ausreichender Feldstärke zur Verfügung steht, muss der Bauherr, zu seinen Lasten, die Empfangseinrichtungen in einen Bereich mit ausreichender Feldstärke verlegen. Alternativ hierzu kann die Datenfernübertragung über eine Festnetzverbindung erfolgen. Die näheren technischen Einzelheiten sind mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren.

## 8 Betrieb der Kundenanlage

### 8.1 Allgemeines

Die Systeme und Einstellungen des Schutzes einer Kundenanlage gegen interne elektrische Fehler (Eigenschutz), sowie Regelungen für den Anlagenbetrieb sind so auszulegen, dass die Fähigkeit der Anlage zur Erfüllung der in dieser Anwendungsregel beschriebenen Anforderungen konzeptionell nicht eingeschränkt wird.

Während des Betriebs der Kundenanlage können Netzsituationen eintreten, in denen die Anforderungen dieser Anwendungsregel nicht gleichzeitig widerspruchsfrei erfüllt werden können. In diesen Situationen gilt die Priorisierung beschrieben in den aktuellen VDE-Normen.

### 8.2 Netzführung

Der Betrieb von elektrischen Anlagen umfasst alle technischen und organisatorischen Tätigkeiten, die erforderlich sind, damit Anlagen funktionstüchtig und sicher sind. Bei dem Betrieb der Kundenanlage sind zusätzlich zu den jeweils gültigen gesetzlichen und behördlichen Vorschriften, insbesondere bei Schalthandlungen und Arbeiten am Netzanschlusspunkt, die Bestimmungen und Richtlinien des Netzbetreibers einzuhalten.

Telefonate zu Schaltgesprächen werden, werden gemäß Art. 27 Absatz 16 des modifizierten Gesetzes vom 1 August 2007 (*Organisation du marché de l'électricité*) aufgezeichnet.

Der Anschlussnehmer ist dafür verantwortlich, dass die vereinbarten Anschlusswirkleistungen PAV, B und PAV, E sowie die vereinbarten Anschlussscheinleistungen SAV, B und SAV, E im Betrieb als 15-Minuten-Mittelwert nicht überschritten werden.

Für den sicheren Betrieb und den ordnungsgemäßen Zustand der Kundenanlage ist deren Anlagenbetreiber verantwortlich. Der Anlagenbetreiber sorgt dafür, dass er oder ein von ihm für seine elektrische Anlage beauftragte Person ständig zur Abstimmung von Maßnahmen, die Einfluss auf die gegenseitigen Anlagenteile haben, erreichbar ist. Entsprechende Informationen werden beim Netzbetreiber hinterlegt und bei Änderungen beiderseits sofort aktualisiert.

Die Eigentumsgrenze und die Grenzen des Verfügungsbereichs sind zwischen dem Netzbetreiber und dem Anschlussnehmer zu vereinbaren.

Der Anlagenbetreiber benennt für alle benötigten Arbeiten und Aufgaben eine entsprechend qualifizierte Elektrofachkraft, die unter anderem über eine Schaltberechtigung verfügt, die während der Durchführung von Arbeiten die unmittelbare Verantwortung für den sicheren Betrieb der elektrischen Anlage trägt sowie bei Arbeiten an der Anlage die Durchführungserlaubnis erteilt. Der Anlagenbetreiber kann selbst die Funktion der Anlagenverantwortlichen ausüben, wenn er über die entsprechenden Qualifikationen verfügt.

Der Netzbetreiber ist bei Gefahr, im Störfall und bei drohendem Verlust der Netzsicherheit zur sofortigen Trennung der Kundenanlage vom Netz bzw. zur Reduzierung/Erhöhung der Wirkleistungsabgabe berechtigt.

Stellt der Netzbetreiber schwerwiegende Mängel bzgl. der Personen- und Anlagensicherheit in der Übergabestation fest, so ist er berechtigt, diese Anlagenteile bis zur Behebung der Mängel vom Netz zu trennen.

Die Durchführung geplanter Abschaltungen im Transportnetz erfolgt nach angemessener Vorankündigung seitens des Netzbetreibers. Die Benachrichtigung bei ungeplanten Abschaltungen kann entfallen, wenn sie nach den Umständen nicht rechtzeitig möglich ist oder aus Gründen, die der Netzbetreiber nicht zu vertreten hat.

Im Falle einer unvorhergesehenen Versorgungsunterbrechung informiert der Netzbetreiber schnellstmöglich und auf die ihm angemessen erscheinende Art und Weise die betroffenen Anschlussnehmer über die vorhersehbare Unterbrechungsdauer.

Beabsichtigte Änderungen in der Schaltanlage, soweit diese Auswirkungen auf den Netzanschluss und den Betrieb der Anlage haben, wie z.B. Erhöhung oder Verminderung des Leistungsbedarfs, Auswechslung von Schutzeinrichtungen, Nutzung von Erzeugungsanlagen, Änderungen an der Kompensationseinrichtung, sind rechtzeitig vom Anlagenbetreiber mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Zur Sicherstellung eines ordnungsgemäßen Betriebs der Kundenanlage ist zwischen dem Anschlussnehmer und dem Netzbetreiber eine Netzführungsvereinbarung abzuschließen.

Auf Anforderung des Netzbetreibers ist die ordnungsgemäße Funktion der Kundenanlage zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Gemäss Art. 12 des modifizierten Gesetzes vom 1 August 2007 (*Organisation du marché de l'électricité*) ist der Netzbetreiber dazu ermächtigt Vorgaben bezogen auf die kurzzeitige Reduzierung der Wirkleistung zu definieren unabhängig von einem allfällig vorhandenen frequenzabhängigen Lastabwurfschema.

### **8.3 Arbeiten in der Hochspannungsschaltanlage**

Vor Aufnahme von Arbeiten, die Auswirkungen auf den Betrieb des Netzes oder der Kundenanlage zur Folge haben können, ist die netzführende Stelle des Netzbetreibers zu verständigen. Geplante Arbeiten sind mit entsprechendem zeitlichem Vorlauf anzumelden. Für Arbeiten an oder in der Nähe von netzbetreibereigenen Betriebsmitteln sind neben den behördlichen und technischen Unfallverhütungsvorschriften zusätzlich die Sicherheitsvorgaben des Netzbetreibers einzuhalten.

Für Arbeiten an oder in unzulässiger Nähe von spannungsführenden Anlagenelementen des Netzbetreibers ist eine Freischaltung dieser Netzteile beim Netzbetreiber anzufordern.

Die Arbeiten dürfen erst in Angriff genommen werden, wenn die Verfügungserlaubnis des Netzbetreibers ausgestellt wurde.

### **8.4 Zugang**

Die Schaltanlage muss stets verschlossen gehalten werden. Sie darf nur von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen bzw. von anderen Personen nur unter Aufsicht von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen betreten werden (siehe EN 50110-1 /DIN VDE 0105-100).

Bei Betreten der Übergabestation sind der Netzbetreiber verpflichtet, sich bei der überwachenden Stelle anzumelden.

Den Beauftragten des Netzbetreibers, die sich auf Verlangen ausweisen müssen, ist jederzeit, auch außerhalb der üblichen Geschäftszeiten, ein gefahrloser Zugang zu seinen Einrichtungen und den in seinem Verfügungsbereich liegenden Anlagenteilen in der Übergabestation zu gewährleisten (z.B. durch ein Doppelschließsystem). Das Gleiche gilt, falls vorhanden, für separate Räume für die Mess-, Schutz- und Steuereinrichtungen. Ist der Zugang zur Anlage nicht direkt gewährleistet, so soll die Zugangsprozedur schriftlich festgehalten werden

Den Fahrzeugen des Netzbetreibers muss die Zufahrt zur Übergabestation jederzeit möglich sein. Ein unmittelbarer Zugang und ein befestigter Transportweg sind vorzusehen.

Bei einer Änderung am Zugang der Kundenanlage, z. B. am Schließsystem, ist der Netzbetreiber unverzüglich darüber in Kenntnis zu setzen und der ungehinderte Zugang sicherzustellen.

Der Anlagenbetreiber darf die Anlagen des Netzbetreibers nur mit dessen ausdrücklicher Genehmigung betreten.

## **8.5 Bedienung vor Ort**

Für die im ausschließlichen Verfügungsbereich des Netzbetreibers stehenden Anlagenteile ordnet der Netzbetreiber die Schalthandlungen an (Schaltanweisung). Sofern sich Schaltgeräte im gemeinsamen Verfügungsbereich von Netzbetreiber und Anlagenbetreiber befinden, stimmen sich Netzbetreiber und Anlagenbetreiber bzw. deren Beauftragte über die Schalthandlungen in diesen Schaltfeldern ab und legen jeweils im konkreten Fall fest, wer die Schalthandlung anordnet.

Die im alleinigen Verfügungsbereich des Anlagenteile dürfen im Auftrag des Kunden laut DIN VDE 0105-100 nur durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen bedient werden.

## **8.6 Instandhaltung**

Für die ordnungsgemäße Instandhaltung der Anlagen und Betriebsmittel ist der jeweilige Eigentümer verantwortlich, dieser trägt die damit verbundenen Kosten. Das gilt auch für die Anlagenteile, die im Verfügungsbereich des Netzbetreibers stehen.

Der Anlagenbetreiber hat nach den geltenden Unfallverhütungsvorschriften und dem VDE-Vorschriftenwerk dafür zu sorgen, dass in bestimmten Zeitabständen die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel (z.B. Schalter, Schutzeinrichtungen, Hilfsspannungsversorgung) auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden. Umfang und Ergebnisse der Prüfungen sind vom Anlagenbetreiber in einem Prüfbericht zu dokumentieren und dem Netzbetreiber auf Anforderung zu übergeben.

Freischaltungen im Verfügungsbereich des Netzbetreibers vereinbart der Anlagenbetreiber rechtzeitig mit dem Netzbetreiber. Die entsprechenden Fristen werden vertraglich zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber definiert.

## **8.7 Kupplung von Stromkreisen bzw. Netzen**

Die Vorgaben zur Kupplung sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

## **8.8 Betrieb bei Störungen**

Veränderungen am Schaltzustand werden auch im Falle einer störungsbedingten Spannungslosigkeit am Netzanschlusspunkt nur entsprechend der Verfügungsgrenzen zwischen dem Netzbetreiber und dem Kunden vorgenommen.

Die Kundenanlage kann vom Netz getrennt bzw. in ihrer Wirkleistungsaufnahme reduziert werden, soweit dies bei Gefahr, im Störfall, zur Vermeidung eines drohenden Netzzusammenbruchs oder zur Abwendung einer unmittelbaren Gefahr für Personen oder Anlagen erforderlich ist.

Wegen der Möglichkeit einer jederzeitigen Rückkehr der Spannung im Anschluss an eine Versorgungsunterbrechung ist das Netz als dauernd unter Spannung stehend zu betrachten. Eine Verständigung vor Wiedereinschaltung durch den Netzbetreiber erfolgt üblicherweise nicht.

Zur Störungsaufklärung können außerplanmäßige Untersuchungen und Messungen erforderlich sein, die der Netzbetreiber und der Kunde jeweils an seinen Betriebsmitteln durchführt. Bei der Beseitigung und Aufklärung von Störungen unterstützen sich Netzbetreiber und Kunde gegenseitig. Alle für die Störungsklärung notwendigen Informationen sind zwischen dem Netzbetreiber und dem Kunden auszutauschen.

Störungen oder Unregelmäßigkeiten in der Kundenanlage, die Auswirkungen auf das Netz des Netzbetreibers haben, sind vom Kunden unverzüglich zu beheben und der netzführenden Stelle des Netzbetreibers zu melden.

Ist keine 24 Stunden / 365 Tage besetzte netzführende Stelle beim Anlagenbetreiber vorhanden, so ist die störungsbehaftete Kundenanlage unverzüglich vom Netz zu trennen (Auslösen des zugeordneten Schaltgeräts).

Das Verhalten von Erzeugungsanlagen ist aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

Erfolgt eine Ausschaltung eines Schalters durch eine Schutzauslösung, darf eine Wiedereinschaltung nur nach Klärung der Störungsursache und nach Rücksprache mit der netzführenden Stelle des Netzbetreibers erfolgen. Das Wiedereinschaltverfahren nach Auslösung durch den Entkopplungsschutz ist aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen. Die entsprechenden Details werden vertraglich zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber definiert.

## **8.9 Notstromaggregate**

Die Betriebsanforderungen an Notstromaggregate sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen. Spezifisch für die Anforderungen an den Anschluss an das Hochspannungsnetz sind die VDE 4120 bzw. VDE 4130 zu beachten.

## **8.10 Besondere Anforderungen an den Betrieb von Speichern**

Die Betriebsanforderungen an Speicher sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen. Spezifisch für die Anforderungen an den Anschluss an das Hochspannungsnetz sind die VDE 4120 bzw. VDE 4130 zu beachten.

## **8.11 Besondere Anforderungen an den Betrieb von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge**

Allgemeine Angaben sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen. Zusätzliche Forderungen sind projektspezifisch mit dem Netzbetreiber zu besprechen.

## **8.12 Lastregelung bzw. Lastzuschaltung**

Um unzulässige Netzurückwirkungen einer einzelnen Kundenanlage zu vermeiden, müssen Spannungsänderungen – z. B. durch Schaltvorgänge – entsprechend der Vorgaben aus Kapitel 5.2 bewertet werden.

Leistungsgradienten sowie andere Anforderungen sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

## **8.13 Leistungsüberwachung**

Der Netzbetreiber ist im Fall des Überschreitens der vereinbarten maximalen Anschlusswirkleistung berechtigt, die Kundenanlage vom Netz zu trennen. Hierzu kann der Netzbetreiber vom Anschlussnehmer die Installation entsprechender technischer Einrichtungen fordern, die bei Überschreiten bestimmter Grenzwerte (z. B. vereinbarte Einspeiseleistung) die Kundenanlage vom Netz des Netzbetreibers trennen.

## **9 Änderungen, Außerbetriebnahmen und Demontage**

Plant der Anschlussnehmer Änderungen der vereinbarten Anschlussscheinleistung, die Außerbetriebnahme oder die Demontage der Übergabestation, so ist der Netzbetreiber rechtzeitig von diesem Vorhaben schriftlich zu benachrichtigen. Dies gilt auch für eine vom Anschlussnehmer geplante Änderung der Betriebsführung seiner Anlage und der Betriebsmittel der Übergabestation, die Auswirkungen auf das Netz des Netzbetreibers haben kann.

Falls sich durch eine Erhöhung der Netzkurzschlussleistung oder durch eine Änderung der Netzspannung gravierende Auswirkungen auf die Kundenanlage ergeben, teilt dies der Netzbetreiber dem Anschlussnehmer rechtzeitig mit. Um die Betriebssicherheit der Kundenanlage zu erhalten, muss durch den Anschlussnehmer eine Anpassung an den technischen Stand oder an geänderte Netzverhältnisse durchgeführt werden. Der Anschlussnehmer trägt die Kosten der dadurch an seinem Netzanschluss entstehenden Folgemaßnahmen.

Jegliche Änderung der Wandler bzw. deren Übersetzung sind mit einem Vorlauf von sechs Wochen beim Netzbetreiber anzuzeigen und bedingen eine erneute Vor- und Inbetriebsetzungsprüfung. Dies betrifft auch Anpassungen an das Schutzkonzept in Form von Einstellungs- oder Hardwareänderungen nach Inbetriebnahme. Diese sind durch den Anschlussnehmer umzusetzen.

## 10 Erzeugungsanlagen über 1 MW Anschlussleistung

### 10.1 Allgemeines

Alle für Erzeugungsanlagen und Erzeugungseinheiten beschriebenen Anforderungen gelten in gleicher Weise auch für Mischanlagen und Speicher, wenn Besonderheiten nicht separat benannt sind.

Erzeugungsanlagen, die an das Hoch- bzw. Höchstspannungsnetz angeschlossen werden, müssen als dreiphasige Drehstromanlagen ausgeführt werden. Das bedeutet, dass Erzeugungsanlagen im ungestörten Betrieb mit symmetrischen Drehspannungsquellen arbeiten müssen. Ebenfalls zugelassen ist die Einspeisung von symmetrischen Drehströmen. Als Bezugsgröße für diese Ströme ist – auch wenn die Klemmenspannungen nicht symmetrisch sind – das Mitsystem der Klemmenspannungen heranzuziehen.

**Die Besonderheiten für Mischanlagen sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.**

Für gemischte Kundenanlagen (Verbrauch und Erzeugung), an denen ein kundeneigenes Netz mit Erzeugungsanlagen angeschlossen ist, gelten ebenfalls die technischen Anforderungen der jeweiligen Spannungsebene des Anschlusspunktes der Erzeugungsanlagen.

ANMERKUNG: Zur Zeit der Veröffentlichung sind dies im Falle der Hochspannung die vorliegenden "Technische Anschlussbedingungen für Hochspannungsschaltanlagen im Großherzogtum Luxemburg (TAB Hochspannung)", im Falle der Mittelspannung die "Technische Anschlussbedingungen für Mittelspannungs-Übergabestationen im Großherzogtum Luxemburg" und im Falle der Niederspannung die "Technische Anschlussbedingungen für Starkstromanlagen mit Nennspannung bis 1000 V im Großherzogtum Luxemburg".

Der Netzbetreiber ist berechtigt, in der Übergabestation Einrichtungen zu installieren oder installieren zu lassen, die die Erzeugungsanlage automatisch oder per Fernwirkbefehl vom Netz trennen, wenn die vorgegebenen netzverträglichen Grenzen im stationären Betrieb überschritten werden.

Der Netzbetreiber greift nicht in die Steuerung der Erzeugungsanlagen ein. Er ist lediglich für die Signalgebung verantwortlich. Die Signal-Schnittstelle ist zwischen Anschlussnehmer und Netzbetreiber zu vereinbaren.

Erzeugungsanlagen müssen in der Lage sein, sich während der Netzeinspeisung an der Spannungshaltung zu beteiligen. Dabei wird im Folgenden zwischen statischer Spannungshaltung und dynamischer Netzstützung unterschieden.

### 10.2 Verhalten der Erzeugungsanlage am Netz

Bei Erzeugungsanlagen, deren Primärenergiedargebot nicht beeinflussbar ist (z. B. Windenergie- und Photovoltaikanlagen), werden alle Anforderungen an die Erbringung eines Wirkstroms bzw. einer Wirkleistung unter dem Vorbehalt eines ausreichend zur Verfügung stehenden Primärenergiedargebotes gestellt.

#### 10.2.1 Quasistationärer Betrieb

In dem Frequenzbereich von 47.5Hz bis 51.5Hz und im Spannungsbereich von  $0,85 \cdot U_n$  bis  $1,15 \cdot U_n$  (bzw.  $1,10 \cdot U_n$  bei Spannungsebenen  $>220\text{kV}$ ) (Effektivwerte der verketteten Spannung) müssen die Erzeugungsanlagen im quasistationären Betrieb zu einem Netzparallelbetrieb entsprechend der zeitlichen Mindestanforderungen nach Kapitel 10.2.1.1 & Kapitel 10.2.1.2 in der Lage sein.

Bei quasistationären Netzspannungen  $\leq 0,85 \cdot U_n$  darf eine Trennung der Erzeugungsanlage vom Netz erfolgen.

Unter Vorbehalt der unter Kapitel 10.2.2 angegebenen Vorgaben, muss es möglich sein, die Erzeugeranlage auch bei anderen Frequenzlimits automatisch vom Netz zu trennen, falls dies vom Netzbetreiber verlangt wird. Die zugehörigen Bedingungen sind Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Netzbetreiber und Erzeuger.

### **10.2.1.1 Funktionsfrequenzbereich für Erzeugungsanlagen**

Mindestzeiträume, in denen eine Erzeugungsanlage des Typ C oder des Typ D in der Lage sein muss am Netz zu bleiben, sind in den geltenden Regeln ILR/E18/43<sup>6</sup> (approbation des exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité des types a, b, c et d) (Verordnung (EU)2016/631 Artikel 13.1.a.(i)) vermerkt. Eine graphische Darstellung befindet sich in den aktuellen VDE 4120 & 4130 Normen.

### **10.2.1.2 Funktionsspannungsbereich für Erzeugungsanlagen**

Mindestzeiträume, in denen eine Erzeugungsanlage des Typ D in der Lage sein muss am Netz zu bleiben, sind in den geltenden Regeln ILR/E18/43<sup>7</sup> (approbation des exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité des types a, b, c et d) (Verordnung (EU)2016/631 Artikel 16.2.a.(i)) vermerkt. Eine graphische Darstellung befindet sich in den aktuellen VDE 4120 & 4130 Normen.

## **10.2.2 Polrad- bzw. Netzpendelungen**

Frequenzpendelungen, welche nicht zum Verlust der Netzstabilität führen, dürfen nicht zu einer Auslösung des Schutzes der Erzeugungseinheiten führen. Während einer Netzpendelung darf die Wirkleistung der Erzeugungseinheit nicht reduziert werden, Ausnahmen sind in den aktuellen VDE-Normen aufgelistet. Bei Verlust der Stabilität müssen sich Erzeugungseinheiten automatisch vom Netz trennen.

## **10.2.3 (Teilnetz-) Inselbetriebsfähigkeit**

### **Inselbetrieb:**

Ein vom Anschlussnehmer vorgesehener Inselbetrieb ist vertraglich mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren. Für den Inselbetrieb einer Kundenanlage werden keine Mindestanforderungen gestellt.

### **Teilnetzbetriebsfähigkeit:**

Die Teilnetzbetriebsfähigkeit der Erzeugungsanlage stellt keine Mindestanforderung dar. Der Netzbetreiber kann die Teilnetzbetriebsfähigkeit und die Reglerstabilität in jedem Einzelfall jedoch fordern.

Im Fall, wo der Anlagenbetreiber dies fordert, müssen die Anforderungen, um eine Erzeugungsanlage als teilnetzbetriebsfähig zu beschreiben, aus den aktuellen VDE-Normen umgesetzt werden.

## **10.2.4 Schwarzstartfähigkeit**

Die Schwarzstartfähigkeit der Erzeugungsanlage bzw. -einheit ist nicht zwingend erforderlich.

Auf Aufforderung des Netzbetreibers muss der Betreiber einer Erzeugungseinheit des Typ 1 jedoch ein Angebot für die Schwarzstartfähigkeit vorlegen. Die technischen Anforderungen, welche eine Erzeugungsanlage schwarzstartfähig beschreiben, sind aus den aktuellen VDE Normen zu entnehmen.

---

<sup>6</sup> <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rilr/2018/11/14/a1087/jo>

<sup>7</sup> <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rilr/2018/11/14/a1087/jo>

## 10.2.5 Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung

### 10.2.5.1 Allgemeine Randbedingungen

Unter der statischen Spannungshaltung ist die Bereitstellung von Blindleistung durch eine Erzeugungsanlage zur Spannungshaltung im Verteilnetz/Übertragungsnetz zu verstehen.

**Für Mischanlagen gelten Besonderheiten, welche aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen sind.**

Die Blindleistungsbereitstellung bezieht sich auf die Mitsystemkomponenten der Strom- und Spannungs-Grundschiwingung. Das bedeutet im Verbraucherzählpfeilsystem den Betrieb der Erzeugungsanlage im Quadranten II (untererregt) oder III (übererregt). Eine graphische Darstellung ist aus den aktuellen VDE-Normen (VDE 4120 & VDE 4130) zu entnehmen.

Die technischen Anforderungen für Netztransformatoren der Erzeugungsanlagen sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

#### **Für das Verteilnetz gilt:**

Jeder vom Netzbetreiber vorgegebene Sollwert muss entsprechend des geforderten Blindleistungsbereichs innerhalb von 4 Minuten angefahren und beliebig lange betrieben werden können. Änderungen der Blindleistungsbereitstellung innerhalb des vereinbarten Blindleistungsbereichs müssen jederzeit möglich sein.

#### **Für das Übertragungsnetz gilt:**

Jeder vom Netzbetreiber vorgegebene Sollwert muss entsprechend des geforderten Blindleistungsbereichs innerhalb von maximal 10 min angefahren und beliebig lange betrieben werden können. Änderungen der Blindleistungsbereitstellung innerhalb des vereinbarten Blindleistungsbereichs müssen jederzeit möglich sein.

Der Nachweis ist mindestens im Betriebspunkt  $P_{\text{mom}} = P_{\text{inst}}$  und bei Mindestleistung zu erbringen.

**Für Erzeugungsanlagen vom Typ 1, welche an die Spannungsebene  $\geq 220\text{kV}$  angeschlossen sind, gilt darüber hinaus:**

- Die Blindleistungsabgabe bzw. der -bezug der Erzeugungsanlage muss über die Stufung des Netztransformators eingestellt werden.
- Die Generatorspannungsregelung der Erzeugungseinheit muss im Normalbetrieb aktiv sein. Eine Regelung der Blindleistung oder des Leistungsfaktors ist nicht zulässig.

Die Dimensionierung der Erzeugungsanlage hinsichtlich der geforderten Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt liegt in der Verantwortung des Anschlussnehmers.

Für das Schalten von Kompensationsanlagen gilt bezüglich der Spannungsänderung das Kapitel 5.2 (Schnelle Spannungsänderungen).

Nach vertraglicher Vereinbarung mit dem Netzbetreiber kann der Blindleistungsbereich projektspezifisch ausgedehnt werden.

Auswirkungen der Blindleistungsbereitstellung auf die Einstellung des Über- bzw. Unterspannungsschutzes an den Erzeugungseinheiten sind im Rahmen der Erstellung des Anlagenzertifikates durch den Zertifizierer zu bewerten und in Abstimmung mit dem Netzbetreiber ist die Schutzeinstellung ggf. anzupassen. Die Schutzeinstellung darf dabei die Anforderungen hinsichtlich der Blindleistungsbereitstellung nicht beschränken.

### 10.2.5.2 Blindleistungsbereitstellung bei $P_{b \text{ inst}}$

Jede Erzeugungsanlage muss in der Lage sein, die Anforderungen am Netzanschlusspunkt nach einer der, in der entsprechenden & aktuellen VDE-Norm beschriebenen Varianten zu erfüllen.

Der Netzbetreiber wählt aufgrund der jeweiligen Netzanforderungen genau eine der drei möglichen Varianten im Zuge der Planung des Netzanschlusses aus und gibt diese dem Anschlussnehmer vor.

Änderungen der Varianten nach VDE-Norm im Laufe des späteren Betriebs sind vertraglich zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber zu vereinbaren.

### 10.2.5.3 Blindleistungsbereitstellung unterhalb von $P_{b\ inst}$

Die Mindestanforderungen an die Blindleistungsbereitstellung im –teillastbetrieb ( $0,10 \leq P_{mom}/P_{b\ inst} < 1$ ) sind aus den entsprechenden & aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

Die Kennlinien ergeben sich in Abhängigkeit von der durch den Netzbetreiber gewählten Variante aus Kapitel 10.2.5.2 und der Netzspannung am Netzanschlusspunkt.

### 10.2.5.4 Blindleistungsbereitstellung zwischen $0 < P_{mom}/P_{b\ inst} < 0,1$

Für den Betrieb im Teillastbereich zwischen  $0 \leq P_{mom}/P_{b\ inst} < 0,1$  bzw. der technischen Mindestleistung bestehen keine Anforderungen an die geregelte Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt.

Der zulässige Bereich bezüglich des Blindleistungsverhaltens der Erzeugungsanlage am Netzanschlusspunkt in diesem unteren Teillastbereich ist in den aktuellen VDE-Normen definiert. Eine graphische Darstellung ist aus der aktuellen VDE Norm zu entnehmen.

Nach vertraglicher Vereinbarung mit dem Netzbetreiber darf der Blindleistungsstellbereich ausgedehnt werden.

### 10.2.5.5 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung

Die Blindleistungsbereitstellung darf die dynamische Netzstützung nicht beeinträchtigen.

Der Netzbetreiber gibt dem Anschlussnehmer im Rahmen der Planung des Netzanschlusses eines oder mehrere der in der aktuellen VDE-Norm beschriebenen Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt vor. Der Netzbetreiber kann zu einem späteren Zeitpunkt ein anderes der hier genannten Verfahren fordern, wenn sich eine technische Notwendigkeit hierfür ergibt.

#### **Für das Verteilnetz gilt:**

Falls der Netzbetreiber keine Vorgaben zu dem Verfahren macht, ist ein konstanter Verschiebungsfaktor  $\cos \varphi$  von 1 am Netzanschlusspunkt zugrunde zu legen.

#### **Für das Übertragungsnetz gilt:**

Falls der Netzbetreiber keine Vorgaben zu dem Verfahren macht, ist eine  $Q(U)$ -Regelung mit den in der VDE-Norm genannten Standardwerten zugrunde zu legen.

Die Übergabe des Sollwerts erfolgt in der Übergabestation.

Kommt es zu einem vollständigen oder teilweisen Ausfall der Regelung der Blindleistungsabgabe der Erzeugungsanlage sind die in der VDE beschriebenen Maßnahmen zu treffen.

Eine fernwirktechnische und/oder manuelle Umschaltung zwischen den in der VDE-Norm genannten Regelverfahren muss ermöglicht werden.

## 10.2.6 Dynamische Netzstützung

Ziel der dynamischen Netzstützung ist es, bei kurzzeitigen Spannungseinbrüchen oder -erhöhungen eine ungewollte Abschaltung von Erzeugungsleistung und damit eine Gefährdung der Netzstabilität zu verhindern.

Erzeugungsanlagen und Speicher in den Modi „Energiebezug und Energielieferung“ müssen sich an der dynamischen Netzstützung beteiligen. Die nachfolgend aufgeführten Anforderungen an Erzeugungsanlagen bzw. Erzeugungseinheiten gelten in gleichem Maße auch für Speicher. Dies bedeutet, dass Erzeugungsanlagen in der Lage sein müssen, alle drei folgenden Anforderungen zu erfüllen. Diese Anforderungen gelten sowohl für symmetrische als auch für unsymmetrische Fehler im Netz.

Anmerkung: Hilfsaggregate, die ggf. nicht Bestandteil der zertifizierten Erzeugungseinheit sind und für den Betrieb der Erzeugungsanlage erforderlich sind, dürfen die Fähigkeit der Erzeugungsanlage zur Erfüllung der Anforderungen nicht unterlaufen.

- Die Erzeugungsanlagen dürfen sich bei Über- und Unterspannungseignissen innerhalb desquasistationären Betriebs nicht vom Netz trennen. Bezugspunkt für diese Anforderung an die Robustheit gegenüber Netzfehlern ist der Netzanschlusspunkt. Die Anmerkungen und Definitionen für Netzfehler, Zeitpunkt des Fehlerbeginns und Kriterium für das Fehlerende sind aus den relevanten VDE Normen zu übernehmen.
- Die Erzeugungsanlagen müssen während eines Netzfehlers die Netzspannung durch Einspeisung eines geeigneten Blindstroms stützen können. Die Blindstromeinspeisung durch die Erzeugungsanlage muss bei unsymmetrischen Fehlern nicht nur im Mitsystem, sondern auch im Gegensystem erfolgen. Eine Einspeisung eines Blindstroms im Nullsystem ist nicht erforderlich. Es ist zulässig, dass die Eigenschaften zur dynamischen Netzstützung nicht in den Erzeugungseinheiten, sondern durch andere Komponenten – z. B. FACTS – zentral oder dezentral erbracht werden.
- Die Erzeugungsanlagen müssen für das Durchfahren von mehreren aufeinander folgenden Netzfehlern ausgelegt sein. Genauere Auslegungen für Typ-1-Anlagen und Typ-2-Anlagen sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

In Kundenanlagen, die aufgrund einer vertraglichen Vereinbarung mit dem Netzbetreiber bei Netzstörungen im vorgelagerten Netz zur Deckung des eigenen Energiebedarfs in den Inselbetrieb gehen, müssen sich die Erzeugungsanlagen in diesen Kundenanlagen bis zur Netztrennung an der dynamischen Netzstützung beteiligen.

Sollten aufgrund der Sternpunktbehandlung des Hochspannungsnetzes einpolige Fehler zu signifikanten Einbrüchen der verketteten Netzspannung führen (Erd-Kurzschluss), ist die Kennlinie für den zweipoligen Fehler anzuwenden.

Beim Auslegen der Erzeugungseinheiten muss die dynamische Wechselwirkung zwischen Erzeugungsanlage und Netz, welche über die Fehlerdauer hinaus andauern kann, berücksichtigt werden.

Die für Typ-1- und Typ-2-Anlagen beschriebenen Anforderungen müssen nicht erfüllt werden, wenn eine auftretende kurzzeitige Spannungserhöhung  $\Delta U_{NAP}$  (Differenz der höchsten Leiter-Leiter-Spannung am Netzanschlusspunkt zu deren 1-Minuten-Mittelwert  $U_{1min}$  bei Fehlerbeginn bezogen auf die Nennspannung) die Grenzkurve nach der relevanten VDE-Norm überschreitet.

Die Fault-Ride-Through-Kurve (FRT) ist in bezogenen Größen angegeben, d. h. sie stellt jeweils den Verlauf des Effektivwerts der Spannung bezogen auf die Nennspannung dar.

### **Funktionsbereich für Typ C Erzeugungsanlagen (Typ 1 & Typ 2)**

Mindestzeiträume, in denen eine Erzeugungsanlage des Typ C in der Lage sein muss, innerhalb der Abweichungen der Nennspannung netzstützend zu arbeiten, sind in den geltenden Regeln ILR/E18/43<sup>8</sup> (approbation des exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité des types a, b, c et d) (Verordnung (EU)2016/631 Artikel 13.1.a.(i)) vermerkt. Eine graphische Darstellung befindet sich in den aktuellen VDE 4120 & 4130 Norm.

### **Funktionsbereich für Typ D Erzeugungsanlagen (Typ 1 & Typ 2)**

Mindestzeiträume, in denen eine Erzeugungsanlage des Typ D in der Lage sein muss, innerhalb der Abweichungen der Nennspannung netzstützend zu arbeiten, sind in den geltenden Regeln ILR/E18/43<sup>9</sup> (approbation des exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité des types a, b, c et d) (Verordnung (EU)2016/631 Artikel 13.1.a.(i)) vermerkt. Eine graphische Darstellung befindet sich in den aktuellen VDE 4120 & 4130 Norm.

Die Vorgaben, wie z.B. zur Transienten Stabilität und zur Leistungswiederkehr sind in den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

Für Erzeugungsanlagen des Typ 1, ab einer in den relevanten VDE-Normen definierten vereinbarten Anschlusswirkleistung  $P_{AV}$  sind Einrichtungen zur Dämpfung von Polradpendelungen vorzusehen. Die Aktivierung und die Einstellung der Pendeldämpfungsgeräte wird durch den Netzbetreiber vorgegeben. Alle stabilitätsrelevanten Kenngrößen (z. B. Einstellung Pendeldämpfungsgerät, Spannungsregler) sind zwischen dem Betreiber der Erzeugungsanlage und dem Netzbetreiber zu vereinbaren. Der jeweilige Netzbetreiber hat sicherzustellen, dass die Einstellwerte mit den Anforderungen benachbarter Netze koordiniert sind. Die Turbosatzregelung darf Polrad- bzw. Netzpendelungen nicht anregen. Die Stromeinspeisung während der sprunghaften Spannungsabweichung entspricht dem durch die Reaktanzen des Synchrongenerators und der Erregeranlage vorgegebenen Verhalten.

Da das Verhalten des Spannungsreglers und ggf. notwendiger Zusatzeinrichtungen modellierbar und die Einstellwerte eindeutig einstellbar und nachvollziehbar sein müssen, sind nur digitale Reglerkomponenten zulässig.

Allgemein gilt hinsichtlich des Verbleibens der Erzeugungsanlage am Netz:

Spannungseinbrüche auf Werte zwischen den angegebenen Grenzwerten dürfen im gesamten Betriebsbereich der Erzeugungsanlage nicht zur Instabilität der Erzeugungsanlage und nicht zu einer Trennung vom Netz führen, wenn die am Netzanschlusspunkt netzseitig anstehende Anfangskurzschlusswechselstromleistung ( $S_{KN}''$ ) nach Fehlerklärung größer ist als der sechsfache Zahlenwert der Summe der Nennleistungen der Erzeugungsanlagen an diesem Netzanschlusspunkt. Bei netzseitig anstehender geringerer Netzkurzschlussleistung  $S_{KN}''$  ist im Einzelfall in Absprache mit dem Netzbetreiber durch spezielle Stabilitätsberechnungen zu untersuchen und zu begründen, unter welchen Bedingungen eine Erzeugungsanlage an das Netz angeschlossen werden kann.

#### **ANMERKUNG:**

Die vorangehenden Absätze bzw. Kurven beschreiben die Anforderungen an die Stabilität der Erzeugungsanlage. Sie sind nicht dafür konzipiert, einen Unterspannungsschutz zu parametrieren.

## **10.2.7 Wirkleistungsabgabe**

Bei Zuschaltungen mit Synchronisierung (beschrieben in Kapitel 10.4), Sollwertvorgaben durch Dritte (z. B. Direktvermarktung, Fahrplanfahrweise) sowie beim Netzsicherheitsmanagement nach 10.2.8 ist der neue Sollwert mit dem, in der aktuellen VDE-Norm beschriebenen, Leistungsgradienten der Kundenanlage, bezogen auf den Netzanschlusspunkt, anzufahren. Eine Umsetzung dieser Leistungsgradienten direkt an den

---

<sup>8</sup> <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rilr/2018/11/14/a1087/jo>

<sup>9</sup> <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rilr/2018/11/14/a1087/jo>

Erzeugungseinheiten, Speichern bzw. den steuerbaren Verbrauchseinrichtungen ist zur Erfüllung der Anforderung ausreichend.

Von dem Leistungsgradienten ist die Erbringung von Regelleistung ausgenommen. Andere technisch begründete Leistungsgradienten (z. B. für Wasserkraftanlagen mit Pegelhaltung, Dampfprozesse) sind in Abstimmung mit dem Netzbetreiber zulässig. Es ist ein gleichmäßiger Verlauf der Leistungssteigerung bzw. -reduzierung während des Hoch- bzw. Abfahrens der Kundenanlage und damit ein möglichst lineares Verhalten zu realisieren. Die Vorgaben sind auf die Wirkleistung bezogen. Vorgaben für die Blindleistung sind aus dem Kapitel 10.2.5 dieser TAB zu entnehmen.

Ausnahmen für den Leistungsgradienten und Genehmigungsaufgaben sind in den aktuellen VDE-Normen beschrieben.

## 10.2.8 Netzsicherheitsmanagement

Erzeugungsanlagen müssen ihre Wirkleistung auf einen vom Netzbetreiber am Netzanschlusspunkt vorgegebenen Leistungswert ohne Trennung vom Netz reduzieren können. Dieser entspricht einem Prozentwert bezogen auf die installierte Einspeisewirkleistung  $P_{inst}$ . Die Leistungsanpassung muss bei jedem Betriebszustand und aus jedem Betriebspunkt möglich sein. Im Falle eines Redispatch müssen die Erzeugungsanlagen die technische Fähigkeit besitzen, auf Anforderung des Netzbetreibers die Leistung bis maximal auf  $S_{Amax}$  zu erhöhen. Die Forderungen für Mischanlagen sind aus der aktuellen VDE-Norm zu entnehmen.

Die Wirkleistung darf am Netzanschlusspunkt maximal um 5 %  $P_{inst}$  vom Sollwert der Wirkleistungsbegrenzung abweichen. Bei einem vorgegebenen Leistungswert von 0 %  $P_{inst}$  ist eine Trennung vom Netz nicht zwingend notwendig. Die Wirkleistungsvorgabe erfolgt für jeden Primärenergieträger gesondert

Bei sich zeitlich überschneidenden Wirkleistungsbegrenzungen durch den Netzbetreiber und durch Dritte (Marktvorgaben, Eigenbedarfsoptimierung usw.) gilt in der Regel die betragsmäßig kleinere Leistung. Leistungsanpassungen, die eine Mindestleistung erfordern (Redispatch usw.), müssen ab  $P_{inst} \geq 10$  MW erbracht werden [ENWG 2017 §13a]. Hier sind Einzelvereinbarungen mit dem Netzbetreiber zu treffen.

Die Schnittstelle für das Netzsicherheitsmanagement muss den Anforderungen des Netzbetreibers genügen.

Hierbei ist der Technische Hinweis „Netzbetriebliche Anforderungen an die Steuerung von Kundenanlagen im Verteilnetz“ des FNN zu beachten. Der Anlagenbetreiber muss jederzeit einen Nachweis für die zurückliegenden 18 Monate über die Leistungsabregelung des Netzsicherheitsmanagements und den Eingriff Dritter während des Betriebs der Erzeugungsanlage vorhalten (z. B. über ein Logbuch), soweit nicht behördliche oder gesetzliche Vorgaben andere Aufbewahrungsfristen bestimmen. Auf Anforderung ist dem Netzbetreiber dieser Nachweis vorzulegen.

Erzeugungsanlagen müssen ihre Wirkleistung auf einen vom Netzbetreiber am Netzanschlusspunkt vorgegebenen Leistungswert ohne Trennung vom Netz reduzieren können. Dieser entspricht einem Prozentwert bezogen auf die vereinbarte Anschlusswirkleistung  $P_{AV}$ . Eine feinere Stufung als 10%  $P_{AV}$  ist nicht erforderlich. Die Leistungsreduzierung muss bei jedem Betriebszustand und aus jedem Betriebspunkt möglich sein.

### Systemautomatiken

Ist der Netzbetreiber der Ansicht, dass in einer Erzeugungsanlage zusätzliche Anforderungen gestellt werden sollten um den Netzbetrieb oder die Systemsicherheit wiederherzustellen bzw. aufrecht zu erhalten, so prüfen der Netzbetreiber und der Anschlussnehmer dies und vereinbaren eine geeignete Lösung.

ANMERKUNG: In diesem Fall werden in der Regel abweichend von den oben genannten Leistungsgradienten deutlich schnellere Anschlagzeiten bzw. Leistungsgradienten vereinbart.

## 10.2.9 Wirkleistungsanpassung bei Frequenzabweichungen

Liegt die Netzfrequenz außerhalb des Toleranzbands von  $\pm 200$  mHz um die Netznennfrequenz von 50,0 Hz, liegt ein kritischer Systemzustand im Verbundnetz vor und alle Erzeugungsanlagen und steuerbaren Verbrauchseinrichtungen müssen zur Stützung der Netzfrequenz beitragen.

Erzeugungsanlagen müssen schnelle Frequenzänderungen ohne Trennung vom Netz (Frequenzänderungsgeschwindigkeit, RoCoF) durchfahren können. Diese Anforderung gilt, solange die gemittelten Frequenzänderungsgeschwindigkeiten, welche in den geltenden Regeln ILR/E18/43 (approbation des exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité des types a, b, c et d) (Verordnung (EU)2016/631 Artikel 13.1.b)) vermerkt sind, nicht überschritten werden

Die Anforderungen für die Wirkleistungseinspeisung bei Über- und Unterfrequenz gelten für die Erzeugungsanlagen und Speicher. Die Fähigkeit darf auch direkt an den Einheiten umgesetzt und nachgewiesen werden.

Die Frequenzmessung darf nicht mehr als 200 ms beanspruchen. Die minimale Genauigkeit der Frequenzmessung beträgt  $\pm 50$  mHz.

Speicher und steuerbare Verbrauchseinrichtungen, die sich in einem Stromsparmodus („Standby-Betrieb“) befinden, sind von den Verpflichtungen ausgenommen.

Auch anderen Zwecken zugeordnete Speicher (z. B. Gasspeicher in Biogasanlagen, DC-Zwischenspeicher für den Eigenverbrauch usw.) sind hierzu zu aktivieren. Anlageninterne Speicher mit einer Energiemenge von weniger als  $P_n \cdot 30$  Sekunden (z. B. Glättungsdrosseln, Zwischenkreiskondensatoren usw.) können für diese Anwendung vernachlässigt werden.

ANMERKUNG 1: Sicherheitsrelevante Batteriespeicher, die im ungestörten Netz keine Leistung einspeisen, wie unterbrechungsfreie Stromversorgungen, Pufferbatterien für Hilfsenergieversorgungen usw., werden nicht als Speicher im Sinne dieser TAB HT betrachtet.

Ladeanwendungen für elektrochemische Speicher (stationäre Batterien, Elektrofahrzeuge usw.) sind grundsätzlich in ihrer Leistung regelbar auszuführen und mit einem entsprechenden Verhalten auszustatten.

Bei **Überfrequenz** steht ein Überschuss an Erzeugungsleistung einem Defizit an Bezugslast gegenüber. Daher müssen Erzeugungsanlagen und steuerbare Verbrauchseinrichtungen in der Lage sein, bei Überfrequenz bis maximal 51,5 Hz den Wirkleistungs-Arbeitspunkt anzupassen (Eine graphische Repräsentation befindet sich in den aktuellen VDE-Normen).

Die Grenzwerte für die Statik der frequenzabhängigen Wirkleistungseinspeisung sowie Frequenzgrenzwerte für den Beginn der Wirkleistungseinspeisung sind aus den geltenden Regeln ILR/E18/43 (approbation des exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité des types a, b, c et d) (Verordnung (EU)2016/631 Artikel 13.2.a.(i)) zu entnehmen.

Die frequenzabhängige Wirkleistungseinspeisung bewirkt, dass sich die Erzeugungsanlage in dem Frequenzbereich zwischen 50,2 Hz und 51,5 Hz hinsichtlich ihrer Wirkleistungs-Einspeisung permanent auf der Frequenz-Kennlinie auf und ab bewegt („Fahren auf der Kennlinie“). Oberhalb von 51,5 Hz sollen die Erzeugungsanlagen in der Lage sein, für mindestens weitere 5 s am Netz zu bleiben. Dabei ist möglichst weiter auf der Kennlinie zu fahren, wobei eine Steigerung der Wirkleistungseinspeisung bei steigender Netzfrequenz nicht zulässig ist.

Bei Netzfrequenzen  $f > 51,5$  Hz dürfen sich die Erzeugungsanlagen aus Gründen des Eigenschutzes vom Netz trennen.

Die Reduzierung der Wirkleistungsabgabe muss mindestens bis zum Erreichen der technischen Mindestleistung erfolgen. Eine weitergehende Reduzierung unter die technische Mindestleistung ist zulässig. Dabei ist ein stabiler Betrieb der Erzeugungsanlage sicherzustellen.

Bei **Unterfrequenz** steht ein Defizit an Erzeugungsleistung einem Überschuss an Bezugslast gegenüber.

Der Grenzbereich, in welchem die Erzeugungsanlage ihre vorgegebene Wirkleistung nicht verringern darf, ist aus den aktuellsten VDE-Normen zu entnehmen.

Für Gasturbinen und Verbrennungskraftmaschinen ist eine Reduzierung um 3 %  $P_b$  inst im dynamischen Bereich bis zum Wiedererreichen von 49,5 Hz zulässig. Für andere Technologien, die diese Forderung nicht erfüllen können, ist die Zustimmung des Netzbetreibers erforderlich.

Darüber hinaus müssen Erzeugungsanlagen, Speicher und steuerbare Verbrauchseinrichtungen in der Lage sein, bei Unterfrequenz den Wirkleistungs-Arbeitspunkt anzupassen.

Die Grenzwerte für die Statik der frequenzabhängigen Wirkleistungseinspeisung sowie Frequenzgrenzwerte für den Beginn der Wirkleistungseinspeisung sind aus den geltenden Regeln ILR/E18/43 (approbation des exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité des types a, b, c et d)(Verordnung (EU)2016/631 Artikel 15.2.c) zu entnehmen.

Die frequenzabhängige Wirkleistungseinspeisung bewirkt, dass sich die Erzeugungsanlage auch in dem Frequenzbereich zwischen 49,8 Hz und 47,5 Hz hinsichtlich ihrer maximal möglichen Wirkleistungseinspeisung permanent auf der Frequenz-Kennlinie auf- und ab bewegt („Fahren auf der Kennlinie“).

Bei Netzfrequenzen  $f < 47,5$  Hz dürfen sich die Erzeugungseinheiten und Speicher vom Netz trennen.

Ausnahme Regelungen für Gas- und Dampfprozesse sind in den aktuellen Normen vermerkt.

**Die anfängliche Zeitverzögerung** der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistungsabgabe bei Über- und Unterfrequenz muss möglichst kurz sein. Der Anlagenbetreiber teilt dem Netzbetreiber den Wert der anfänglichen Zeitverzögerung  $T_V$  mit. Beträgt diese Zeitverzögerung mehr als zwei Sekunden, muss der Betreiber der Erzeugungsanlage die Verzögerung unter Vorlage technischer Nachweise gegenüber dem Netzbetreiber begründen.

Für den zeitlichen Verlauf der frequenzabhängigen Anpassung der Wirkleistung sind folgende Bedingungen bzgl. der anfänglichen Zeitverzögerung  $T_V$  und der Anschlagzeit  $T_{an\_90\%}$  einzuhalten:

- Nach Ablauf von  $T_V + 0,1 * (T_{an\_90\%} - T_V)$  sind mindestens 9 % der erforderlichen Leistungsanpassung  $\Delta P$  erbracht.
- 90 % der Leistungsanpassung  $\Delta P$  sind nach Ablauf der Anschlagzeit  $T_{an\_90\%}$  erbracht.
- DC-gekoppelte Speicher müssen sich wie Typ-2-Erzeugungseinheiten verhalten.

Eine graphische Darstellung ist in den aktuellen VDE Normen vermerkt.

#### **Anforderungen an die Regelzeiten für Erzeugungsanlagen, Speicher und steuerbare Verbrauchseinrichtungen:**

Bei der Regelung (Fahren auf der Kennlinie) gilt, dass die Erzeugungsanlage auf Änderungen der Netzfrequenz nach den in den VDE Normen aufgelisteten Anschlag- und Einschwingzeiten reagieren muss.

Bei Frequenzabweichungen, die zu größeren Leistungsänderungen führen, als in den Normen angegeben, gilt für den zusätzlich hinausgehenden Anteil der Leistungsänderung ein möglichst schnelles Regelverhalten (nach Können und Vermögen entsprechend Herstellerangaben).

Grundsätzlich ist bei der Frequenzmessung der FNN Hinweis „Ermittlung und Bewertung der Netzfrequenz – Auswirkungen netzseitiger Störeinflüsse“ zu beachten.

#### **Eingeschränkte Anforderungen aufgrund technischer Restriktionen:**

Bei Windenergieanlagen gilt für die Erhöhung der Wirkleistungsabgabe (Anschlagzeit bei Frequenzrückgang im Bereich von 49,8 Hz bis 47,5 Hz und 51,5 Hz bis 50,2 Hz), dass die Windenergie-Erzeugungsanlagen auf eine Änderung der Netzfrequenz schnellstmöglich, höchstens jedoch mit einer Anschlagzeit von 5 s (bei einem Leistungssprung  $\leq 20$  %  $P_b$  inst) reagieren muss. Dies gilt in Abhängigkeit des vorhandenen Energiedarlehens ab einer Wirkleistungseinspeisung von mind. 50 %  $P_b$  inst. Unterhalb von 50 %  $P_b$  inst ist ein möglichst schnelles Regelverhalten umzusetzen (nach Können und Vermögen entsprechend Herstellerangaben).

ANMERKUNG: Die oben geforderten Anschlagzeiten spiegeln den momentan erreichbaren Stand der Technik wider. Aus Systemsicht werden zur besseren Beherrschung von Großstörungen jedoch schnellere Reaktionszeiten benötigt. Deshalb werden zukünftig voraussichtlich kürzere Anschlagzeiten gefordert werden.

Bei Erzeugungsanlagen mit Verbrennungskraftmaschinen oder Gasturbinen erfolgt eine Wirkleistungsänderung (Steigerung oder Reduzierung) mit einem Leistungsgradienten von

- $\leq 2$  MW mindestens 66 %  $P_b$  inst je Minute (entspricht 1,11 %  $P_b$  inst je Sekunde);
- $> 2$  MW mindestens 20 %  $P_b$  inst je Minute (entspricht 0,33 %  $P_b$  inst je Sekunde).

Somit kann die Anschlagzeit von 8 s z. B. bei einer Erzeugungsanlage  $\leq 2$  MW bis zu einer Leistungsänderung von 8,88 %  $P_b$  inst eingehalten werden. Bei einer größeren Frequenzänderung ist die Anschlagzeit entsprechend größer.

Die Ein- und Anschlagzeiten für Wasserkraftwerke (inklusive Pumpspeicherkraftwerke) sind projektspezifisch mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

#### **Ende des kritischen Netzzustandes und Rückkehr in den Normalbetrieb:**

Auch wenn nach der Frequenzabweichung die Netzfrequenz wieder innerhalb des Toleranzbandes von 50,0 Hz  $\pm$  200 mHz liegt, ist zunächst immer noch von einem kritischen Netzzustand auszugehen.

Der Übergang vom „kritischen Netzzustand“ in den „Normalbetrieb“ wird durch eine maximale Änderung der Soll-Wirkleistung, ausgehend von  $P_{mom}$ , zeitlich begrenzt.

Diese Soll-Wirkleistungsänderung (ausgenommen zur Erbringung von Regelleistung) muss auf einen Gradienten von max. 10 %  $P_rE/min$  begrenzt werden. Erst wenn sich die Netzfrequenz ununterbrochen 10 min lang innerhalb des Toleranzbandes von 50,0 Hz  $\pm$  200 mHz befindet, gilt der Netznormalbetrieb als wiederhergestellt und diese Anforderung nicht mehr.

### **10.2.10 Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungsanlage**

#### **Allgemeines**

Die Kurzschlussstrombeiträge des Höchst- oder Hochspannungsnetzes und der Erzeugungsanlage dürfen die genormten Bemessungswerte der Betriebsmittel (nach DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100) für das Höchstspannungsnetz) nicht überschreiten. Die aus dem Netz kommenden Anteile des Kurzschlussstroms werden nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) berechnet. Wird durch die Erzeugungsanlage der Kurzschlussstrom im Hochspannungsnetz über den Bemessungswert erhöht, so sind zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer geeignete Maßnahmen, wie beispielsweise die Begrenzung des Kurzschlussstroms aus der Erzeugungsanlage, zu vereinbaren.

Durch den Betrieb einer Erzeugungsanlage wird der Kurzschlusswechselstrom bei Kurzschlüssen im Netz, insbesondere in der Umgebung des Netzanschlusspunktes, um den Kurzschlusswechselstrom der Erzeugungsanlage erhöht. Die Angabe der zu erwartenden Kurzschlusswechselströme der Erzeugungsanlage am Netzanschlusspunkt hat daher mit dem Antrag zum Netzanschluss zu erfolgen.

#### **Beitrag zum Kurzschlussstrom**

Bei der Kurzschlussstromberechnung nach den aktuellen Normen (DIN EN 60909-0 (VDE 0102)) handelt es sich um eine stationäre Kurzschlussstromberechnung zum Zwecke der Netzplanung/des Netzbetriebes. Die erforderlichen Eingangsdaten für die Abbildung der Erzeugungseinheiten in der Kurzschlussstromberechnung nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) sind durch den jeweiligen Hersteller bereitzustellen.

Für die Ermittlung der Beanspruchung der Betriebsmittel sind die nachfolgenden Größen nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) zu ermitteln und anzugeben:

- Anfangs-Kurzschlusswechselstrom  $I_k''$ , bei Synchronmaschinen auch die subtransiente Längsreaktanz  $x_d''$
- Dauerkurzschlussstrom  $I_k$
- Stoßkurzschlussstrom  $i_p$ .

Dem Netzbetreiber sind folgende Informationen der Erzeugungsanlage für Netzersatzäquivalente zu übergeben:

- die nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) für die gesamte Erzeugungsanlage ermittelte
  - Kurzschlussmitimpedanz  $Z_1$ ,
  - Kurzschlussnullimpedanz  $Z_0$  sowie
  - Kurzschlussgegenimpedanz  $Z_2$
- den für die über Vollumrichter angeschlossenen Erzeugungseinheiten
  - resultierenden Beitrag  $I_k''_{PF}$
  - die resultierenden Beiträge für unsymmetrische Fehler  $I_{k2}''_{PF}$  sowie  $I_{k1}''_{PF}$ .

Für die Zertifizierung von Erzeugungseinheiten sind vom Anlagenhersteller die in Kapitel 11.2 aufgeführten Angaben zur Verfügung zu stellen.

#### **Überprüfung der Schutzparametrierung**

Die Überprüfung der Anregebedingungen des Schutzes erfolgt mit einem vereinfachten Ansatz. Dazu sind die Beiträge der Erzeugungseinheiten arithmetisch zu addieren.

## **10.3 Schutzeinstellungen bei Erzeugungsanlagen**

### **10.3.1 Allgemeines**

Die hier beschriebenen Anforderungen gelten zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen an Verbraucheranlagen.

ANMERKUNG 1: Der Umfang der Schutzeinrichtungen ist wesentlich abhängig von der konkreten Netz- bzw. Anlagenkonfiguration. In dieser TAB-Hochspannung werden daher im Folgenden nur Mindestanforderungen für die Anschlussvariante "Stichanschluss" beschrieben (siehe entsprechender Anhang).

ANMERKUNG 2: Bei direkt, also nur über Transformatoren mit dem Netz verbundenen Synchrongeneratoren, ist ab einer Leistung  $S_{Amax} = 20$  MVA zusätzlich das Blockschutzkonzept mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

In der Erzeugungsanlage sind Einrichtungen zu installieren, die die Erzeugungseinheiten bzw. die Erzeugungsanlage als Reserveschutzfunktion bei Fehlern im Netz zeitverzögert abschalten. Die Einstellung dieser Schutzeinrichtungen bei Fehlern im Netz (d. h. die Staffelung zu anderen Schutzeinrichtungen) werden zwischen Anlagen- und Netzbetreiber abgestimmt.

Der Netzbetreiber ist berechtigt, in der Übergabestation Einrichtungen zu installieren oder installieren zu lassen, die die Erzeugungsanlage automatisch vom Netz trennen, wenn die vorgegebenen netzverträglichen Grenzen im stationären Betrieb wie z. B. die vereinbarte Anschlussleistung  $S_{Av}$  oder die maximale Scheinleistung einer Erzeugungsanlage  $S_{Amax}$  überschritten werden.

Der Betreiber einer Erzeugungsanlage hat selbst Vorsorge zu treffen, dass Schalthandlungen, Netzfehler sowie automatische Wiedereinschaltungen (AWE) im Netz des Netzbetreibers nicht zu Schäden an seiner Anlage führen.

Folgende Überwachungsfunktionen müssen im Schutzkonzept ergänzend zu den Ausführungen für Verbraucher realisiert sein:

- Selbstüberwachung der Schutzeinrichtungen für den übergeordneten Entkopplungsschutz (Life-Kontakt);
- Ausfallerkennung der Messspannung für den übergeordneten Entkopplungsschutz;
- Überwachung der Auslöseverbindung zwischen Schutzeinrichtung und Schaltgerät bei räumlich getrennter Anordnung.

Sofern die Kundenanlage nicht durch den Anschlussnehmer fernwirktechnisch 24 Stunden / 365 Tage überwacht wird, führt das Ansprechen der vorgenannten Funktionen zum Auslösen des zugeordneten Übergabeschalters.

Für die Schutzeinrichtungen von Erzeugungseinheiten ist eine netzunabhängige Hilfsenergieversorgung erforderlich, die die Schutzfunktionen für mindestens 5 Sekunden aufrechterhält. Zudem muss die Funktionsfähigkeit der Schutzfunktionen einschließlich notwendiger Hilfseinrichtungen für die, in Kapitel 10.2.1 „Quasistationärer Betrieb“, geforderten Spannungsbereich sichergestellt werden. Dieser Spannungsbereich bezieht sich auf den Netzanschlusspunkt. Die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Schutzeinrichtungen an den Erzeugungseinheiten unter Berücksichtigung der Anlagenkonfiguration (z. B. automatische Spannungsregelung Netztransformator, Stufung Maschinentransformator) ist nachzuweisen.

Weiterhin muss die Funktionsfähigkeit der Schutzfunktionen vor Aufnahme der Leistungseinspeisung durch die Erzeugungseinheiten gegeben sein.

### 10.3.2 Netzschutzeinrichtungen

Das Gesamtschutzkonzept ist in der Regel so aufzubauen, dass bei ordnungsgemäßer Funktion aller Schutzeinrichtungen durch einen Fehler im Netz keine Teilnetze aus Erzeugungsanlagen und Verbrauchern entstehen.

Der Netzbetreiber wird zum Schutz seiner Anlagen am Netzanschlusspunkt Schutzeinrichtungen installieren. Das Schutzkonzept einschließlich der Einstellwerte wird zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber abgestimmt.

Aufbau und Auslegung der notwendigen Wandler, insbesondere die gemeinsame Nutzung dieser, sind zwischen den Vertragspartnern abzustimmen.

Als Netzschutzeinrichtung für das Netz des Netzbetreibers ist ein Leitungsschutz zu installieren. Als Leitungsschutz werden ein digitales Distanzschutzrelais und – wenn erforderlich – Signalvergleichseinrichtungen, Leitungsdifferentialschutz, Schaltermitnahmen, Erdschlussrichtungsschutz und Spannungsschutzfunktionen realisiert.

Die Aufgaben des Leitungsschutzes bestehen in

- der Ausschaltung von Kurzschlüssen im Schutzbereich „Leitung“ bzw. im 220/110/65-kV-Netz des Netzbetreibers;
- der unverzügerten Ausschaltung bei Einschaltung auf Kurzschluss.

ANMERKUNG 3 Die Netzschutzeinrichtung am Anschlusspunkt kann den Reserveschutz für Teile der Übergabestation übernehmen. Es wird darauf hingewiesen, dass der ortsferne Reserveschutz des Netzbetreibers Reserveschutzfunktionen im Allgemeinen lediglich für Fehler auf der Hochspannungsseite übernehmen kann.

Die Zuschaltung ist in Kapitel 10.4 beschrieben.

Der Netzbetreiber behält sich vor, am Netzanschlusspunkt Einrichtungen zu installieren, die das Verhalten der Erzeugungsanlage im Fehlerfall registrieren.

Folgende Funktionen werden standardmäßig angewendet:

- Distanzschutz mit  $I>$ -Anregung und  $U-I$ -Anregung;
- Not-UMZ-Funktion;
- Schutz bei Zuschalten auf Kurzschluss.

ANMERKUNG 4 Der Fußpunktstrom ist möglichst empfindlich einzustellen.

Folgende Funktionen werden bei Bedarf, insbesondere zur Vermeidung von Teilnetzen, angewendet:

- Impedanzanregung;
- Signalvergleich;
- Schaltermitnahme;
- Spannungsrückgangs- und Spannungssteigerungsschutz (Über- und Unterspannungsschutz);
- Kennlinienumschaltung;
- Differenzialschutz.

Vom Anschlussnehmer sind auf Anforderung des Netzbetreibers Meldungen zur Steuerung spezieller Funktionen im Leitungsschutz bereitzustellen (z. B. Hilfskontakt des Spannungswandlerschutzschalters).

Vom Netzbetreiber werden zwei AUS-Kommandos potenzialfrei bereitgestellt.

ANMERKUNG 5 Teilweise wird auf der 110-kV-Leitung eine dreipolige AWE oder bei geerdet betriebenen Netzen eine einpolige AWE durchgeführt. Durch die Netzschutzeinrichtung in der Übergabestation wird in der Regel keine AWE durchgeführt, um ein asynchrones Zuschalten der Erzeugungsanlage zu verhindern. Die Auslösung der Netzschutzeinrichtung erfolgt dabei immer dreipolig.

Teilnetzbildungen können bei Fehlern im Netz des Netzbetreibers – insbesondere bei Doppelerdschlüssen mit einem Fußpunkt im Selektionsabschnitt – nicht ausgeschlossen werden. In diesen Fällen sollen die Entkopplungsschutzfunktionen das Teilnetz vor unzulässigen Systemzuständen schützen.

### 10.3.3 Kurzschlusschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers

Es gelten die im Kapitel 6 Schaltanlagen beschriebenen Anforderungen.

### 10.3.4 Entkopplungsschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers

Aufgabe der hier beschriebenen Entkopplungsschutzeinrichtungen ist es, zum Schutz der Erzeugungsanlage und anderer Kundenanlagen am Netz, die Erzeugungsanlage bzw. die Erzeugungseinheiten bei gestörten Betriebszuständen vom Netz zu trennen. Beispiele hierfür sind Netzfehler, Inselnetzbildung bzw. ein zu langsamer Aufbau der Netzspannung nach einem Fehler im Transportnetz.

In der Erzeugungsanlage sind Einrichtungen zu installieren, die die Erzeugungseinheiten bzw. die Erzeugungsanlage als Reserveschutzfunktion bei Fehlern im Netz zeitverzögert (d. h. die Staffelung zu anderen Schutzeinrichtungen) abschalten.

Die Konzeption und Einstellung dieser Schutzeinrichtungen gibt der Netzbetreiber vor. Bei den Einstellwerten wird davon ausgegangen, dass die Summe der Eigenzeiten von Schutzeinrichtung und Schalteinrichtung 100 ms (Angaben ohne ggf. erforderliche Verzögerungszeit) nicht überschreitet. Ggf. ist diesbezüglich eine Anpassung erforderlich.

Für den zuverlässigen Schutz der Erzeugungsanlage bzw. der Erzeugungseinheiten (Eigenschutz) ist der Anschlussnehmer selbst verantwortlich. Insofern ist die in dieser TAB-Hochspannung beschriebene Schutzkonzeption durch den Anschlussnehmer der Erzeugungsanlage entsprechend zu erweitern. Der Eigenschutz darf aber die in dieser TAB-Hochspannung beschriebenen Anforderungen hinsichtlich der statischen Spannungshaltung und der dynamischen Netzstützung der Erzeugungsanlage bzw. der Erzeugungseinheiten nicht unterlaufen. Der Einsatz von Vektorsprungrelais nicht zulässig.

Erklärungen zu der Spannungsschutzeinrichtung, der Frequenzschutzeinrichtung, dem Q-U-Schutz und weiteren Schutzfunktionen sind aus den aktuellen VDEs zu entnehmen.

Beschreibungen zu Entkoppelungsschutzeinrichtungen am Netzknoten in Verteilnetzen, der Unterspannungsseite des Netztransformators sowie zum Entkoppelungsschutz an der Erzeugungseinheit sind aus den aktuellen VDE – Normen zu entnehmen.

**Die Besonderheiten für Mischanlagen sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.**

Die Schnittstellen für Schutzfunktionsprüfungen sind so auszulegen wie in der VDE beschrieben, es sei denn, der Netzbetreiber definiert eine projektspezifische Anordnung.

## **10.4 Zuschaltbedingungen und Synchronisierung**

Allgemeine Bedingungen zum Zuschalten, Zuschalten nach Auslösung durch Schutzeinrichtungen sowie Zuschalten mit Hilfe von Synchronisierungseinrichtungen für Typ 1 und Typ 2 Anlagen sind in den aktuellen VDE Normen beschrieben.

## **10.5 Weitere Anforderungen an Erzeugungsanlagen**

Anforderungen wie das Abfangen auf Eigenbedarf, Trennen vom Netz bei Instabilität und die Bereitstellung von Regelleistung sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

Die Anbindung von Wandlern (+Erdungsrichtung der Wandler), Zählern, Schutzgeräten und dem Störschreiber sind mit dem Netzbetreiber abzusprechen. Die Klemmleisten der netztauglichen Elemente (wie z.B. RTU, Schutzgeräte und Zähler) sind mit dem Netzbetreiber zu bestimmen.

## **10.6 Modelle**

Details zur Bereitstellung sowie Funktionsumfang und Genauigkeitsanforderungen an EZE-Modelle sind aus den dementsprechenden VDE-Normen zu entnehmen.

# 11 Nachweis der elektrischen Eigenschaften

## 11.1 Allgemeines

Diese TAB HT folgt den Zertifikaten bzw. den Konformitätsnachweisen, welche in der NC RfG beschrieben bzw. gefordert werden. Auf Aufforderung des Netzbetreibers sind die Einheiten-, Komponenten- und Anlagenzertifikate diesem zu übermitteln. Diese Zertifikate dürfen nur durch ein akkreditiertes Institut erstellt werden.

## 11.2 Einheitenzertifikat

Für jede Erzeugungseinheit ist ein typenspezifisches Einheitenzertifikat erforderlich. In diesem Einheitenzertifikat werden die elektrischen Eigenschaften der Erzeugungseinheit ausgewiesen, um die Konformität einer geplanten Erzeugungsanlage mit den Anforderungen der vorliegenden TAB nachweisen zu können.

Das Einheitenzertifikat kann nur ausgestellt werden, wenn folgende Nachweise (falls erforderlich) erfolgt sind ggf. unter Zuhilfenahme externer Komponenten – nachgewiesen sind:

- Quasistationärer Betrieb und Pendelungen
- Netzurückwirkung
- Dynamische Netzstützung
- Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement
- Wirkleistungsanpassung in Abhängigkeit der Netzfrequenz
- Schutztechnik und Schutzeinstellungen

Sollten externe Komponenten für die dynamische Netzstützung verwendet werden, muss für dies angegeben sein, ob ein Komponentenzertifikat nach VDE bzw. NC RfG erforderlich ist. Details zum Komponentenzertifikat befinden sich in der aktuellen VDE-Norm.

Weitere Details, z.B. zum Kurzschlussstrombeitrag einer Erzeugungseinheit, Trennen vom Netz oder den Zuschaltbedingungen, sind aus den aktuellen Normen zu entnehmen.

## 11.3 Anlagenzertifikat

Durch den Anschlussnehmer ist beim Netzbetreiber ein Anlagenzertifikat einzureichen. Hierin bestätigt die Zertifizierungsstelle auf Basis von Einheiten- und Komponentenzertifikaten sowie weiterführender Planungsunterlagen, dass die elektrischen Eigenschaften der Erzeugungsanlage in der Gesamtheit aller am Netzanschlusspunkt angeschlossenen Einheiten, Zusatzkomponenten, Filter und sonstiger elektrischer Betriebsmittel (z. B. Netzanschlussleitungen, Schutz, ...) die Anforderungen der TAB und die technischen Vorschriften des Netzbetreibers unter Berücksichtigung der projektspezifischen Vorgaben des Netzbetreibers im zu bewertenden Planungsstand vollumfänglich erfüllen.

Die vom Anschlussnehmer zum Erstellen des Anlagenzertifikats bereitzustellenden Dokumente sind in den aktuellen VDE-Normen aufgelistet. Der Anschlussnehmer ist nicht gebunden, die Vordrucke aus der VDE für diese Kapitel zu verwenden.

Ergeben sich bei der Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage Abweichungen zum Anlagenzertifikat (z. B. andere tatsächlich verbaute Kabellängen und -querschnitte, andere Stufung der Maschinentransformatoren usw.) ist die Einhaltung der Anforderungen dieser TAB durch einen Nachtrag zum Anlagenzertifikat nachzuweisen.

## 11.4 Inbetriebsetzungsphase

Mit dem Inbetriebsetzungsprotokoll der Übergabestation wird bestätigt, dass die Übergabestation der Ausführungsplanung und den Vorgaben des Netzbetreibers entspricht. Wesentliche Bestandteile des Inbetriebsetzungsprotokolls sind auch die darin aufgeführten weiterführenden Protokolle und Nachweise (z. B. Schutzprüfprotokolle).

Die Inbetriebsetzung der Erzeugungseinheiten und der Erzeugungsanlage erfolgt nach dem Ablaufplan, welcher in der aktuellen VDE-Norm dargestellt ist  
Die Inbetriebsetzung der Übergabestation ist Voraussetzung für die Inbetriebsetzung der einzelnen Erzeugungseinheiten.

Das ausgefüllte Inbetriebsetzungsprotokoll verbleibt beim Anlagenbetreiber und ist zum Nachweis der durchgeführten Prüfungen aufzubewahren. Dem Netzbetreiber ist eine Kopie auszuhändigen. Der Netzbetreiber entscheidet eigenständig, ob er an der vom Anlagenbetreiber terminierten Inbetriebsetzung der Erzeugungseinheiten teilnimmt. Die Regelung der Wirkleistungsabgabe nach Vorgabe des Netzbetreibers muss mit Inbetriebsetzung der ersten Erzeugungseinheit sichergestellt sein.

Der Anschlussnehmer stellt jederzeit sicher, dass die technische Einrichtung zum Empfang und zur Weitergabe der Wirkleistungsvorgabe zuverlässig angesteuert werden kann und die Befehle ordnungsgemäß von der Anlagensteuerung verarbeitet werden. Zu diesem Zweck ist die Funktionskette vom Fernwirkgerät bis zur Umsetzung der Steuerbefehle in der Anlagensteuerung sowie die Empfangsbereitschaft der Empfangseinrichtung zu prüfen. Der Netzbetreiber behält sich eine regelmäßige Prüfung der gesamten Funktionskette vor. Darüber hinaus ist bei Inbetriebnahme der fehlerfreie Empfang über eine manuelle Sollwertvorgabe aus der netzführenden Stelle des Netzbetreibers zu prüfen. Für den Funktionstest der Einrichtung zum Empfang und zur Weitergabe der Wirkleistungsvorgabe muss die Erzeugungsanlage in Betrieb sein.

## **11.5 Konformitätserklärung**

Auf Basis des Anlagenzertifikats und der durch den Betreiber der Erzeugungsanlage bereitgestellten Inbetriebsetzungserklärung bestätigt eine nach DIN EN ISO/IEC 17065 hierfür akkreditierte Zertifizierungsstelle die Konformität der errichteten Erzeugungsanlage mit den Anforderungen dieser TAB und den Vorgaben des Netzbetreibers.

In begründeten Fällen kann der Ersteller der Konformitätserklärung überprüft werden.

Der Konformitätserklärung ist die Inbetriebsetzungserklärung der Erzeugungsanlage einschließlich zugehöriger Protokolle und Nachweise beizufügen.

Die Fristen für das Einreichen der Konformitätserklärung bei dem Netzbetreiber sind aus den aktuellen VDE-Normen zu entnehmen.

Sofern eine Konformitätserklärung nicht fristgemäß beim Netzbetreiber eingereicht wird, erlischt die vorübergehende Betriebserlaubnis. Sollte der Zeitraum von 6 Monaten nach Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage für die Übergabe der Konformitätserklärung nicht sichergestellt werden können, sind für entsprechende Bauabschnitte Anlagenzertifikate beim Netzbetreiber einzureichen und die Konformitätserklärungen dann ebenfalls bauabschnittweise zu übergeben.

Der Nachweisprozess für die Errichtung der betriebsbereiten Erzeugungsanlage wird durch die Konformitätserklärung abgeschlossen. Danach kann der Regelbetrieb der Erzeugungsanlage aufgenommen werden. Der Netzbetreiber stellt dem Anlagenbetreiber eine Endgültige Betriebserlaubnis aus.

## **11.6 Modell**

Das Ziel der Modellierung ist, die vermessenen elektrischen Eigenschaften der Erzeugungseinheit in einem rechnerlauffähigen Modell ausreichend genau abzubilden.

Details zur Bereitstellung sowie Funktionsumfang und Mindestanforderungen an das Modell sind aus den dementsprechenden VDE-Normen zu entnehmen.

Wenn erforderlich, können die aufgeführten Funktionen in mehreren Modellen abgebildet werden.

Die Modelle müssen nicht nur für die vermessenen Arbeitspunkte angewandt werden können. Um sicherzustellen, dass das Modell plausible Werte auch bei nicht vermessenen Arbeitspunkten ausgibt, müssen Plausibilisierungstests mit dem Modell durchgeführt werden.

Die Modellvalidierung im Rahmen der Einheitenzertifizierung muss durch eine hierfür nach DIN EN ISO/IEC 17065 akkreditierte Stellen erfolgen.

Das Ausmaß der Modelvalidation ist in den aktuellen VDE Normen beschrieben.  
Die Einbindung und Anwendung des Modells sind in der genutzten Simulationsumgebung eindeutig zu beschreiben.

## 12 Normative Verweisungen

Nachfolgend sind zur Information ohne Anspruch auf Vollständigkeit die wichtigsten technischen Vorschriften und Regelungen, die bei der Planung, dem Errichten, dem Betreiben und bei der Außerbetriebnahme von Niederspannungskundenanlagen zu beachten sind, aufgeführt.

### 12.1 EU-Richtlinien und Verordnungen

EU-Richtlinie 2013/35	Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder)
EU-Verordnung 2016/631	Netzkodex mit Anschlussbedingungen für Stromerzeuger (engl. Network Code on Requirements for grid connection of Generators bzw. „NC RfG“)
EU-Verordnung 2016/1388	NC DCC - Netzkodex für den Lastanschluss
4EU-Richtlinie 2014/30	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV-Richtlinie)
EU-Richtlinie 2018/2001	Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen

### 12.2 CENELEC- sowie DIN-Normen inkl. Angabe der entsprechenden gültigen DIN VDE-Vorschriften und Anwendungsregeln

DIN 6280-13,	Stromerzeugungsaggregate – Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren – Teil 13: Für Sicherheitsstromversorgung in Krankenhäusern und in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen
DIN EN 50160,	Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen
DIN EN 50522 (VDE 0101-2),	Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV
DIN EN 50380,	Datenblatt- und Typschildangaben von Photovoltaik-Modulen
DIN EN 60034-1 (VDE 0530-1):2011-02,	Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Bemessung
DIN EN 60255-24 (VDE 0435-3040),	Elektrische Relais – Teil 24: Standardformat für den Austausch von transienten Daten elektrischer Energieversorgungsnetze (COMTRADE)
DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2016-12,	Kurzschlussströme in Drehstromnetzen – Teil 0: Berechnung der Ströme (IEC 60909-0:2016); Deutsche Fassung EN 60909-0:2016
DIN EN 61000-4-7 (VDE 0847-4-7):2009-12,	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-7: Prüf- und Messverfahren – Allgemeiner Leitfaden für Verfahren und Geräte zur Messung von

- Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten (IEC 61000-4-7:2002 +A1:2008); Deutsche Fassung EN 61000-4-7:2002 + A1:2009
- DIN EN 61000-4-30 (VDE 0847-4-30):2016-01, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)  
– Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren – Verfahren zur Messung der Spannungsqualität (IEC 61000-4-30:2015); Deutsche Fassung EN 61000-4-30:2015
- DIN EN 61230 (VDE 0683-100), Arbeiten unter Spannung  
– Ortsveränderliche Geräte zum Erden oder Erden und Kurzschließen
- DIN EN 61400-21 (VDE 0127-21), Windenergieanlagen  
– Teil 21: Messung und Bewertung der Netzverträglichkeit von netzgekoppelten Windenergieanlagen
- DIN EN 61851 (VDE 0122) (alle Teile), Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge
- DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1), Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV  
– Teil 1: Allgemeine Bestimmungen
- DIN EN 61980 (VDE 0122-10) / DIN CLC/TS 61980 (VDE V 0122-10) (alle Teile) (zz. im Entwurfsstadium),  
Kontaktlose Energieübertragungssysteme (WPT) für Elektrofahrzeuge
- DIN EN 62271-202 (VDE 0671-202), Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen  
– Teil 202: Fabrikfertige Stationen für Hochspannung/Niederspannung
- DIN EN ISO/IEC 17025,  
Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
- DIN EN ISO/IEC 17065,  
Konformitätsbewertungen – Anforderungen an Stellen, die Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zertifizieren DIN EN ISO/IEC 17067, Konformitätsbewertungen – Grundlagen der Produktzertifizierung und Leitlinien für die Produktzertifizierungsprogramme
- DIN EN ISO 17409,  
Elektrisch angetriebene Straßenfahrzeuge – Anschluss an eine externe Stromversorgung – Sicherheitsanforderungen
- DIN EN ISO 9001:2015-11,  
Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (ISO 9001:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 9001:2015
- DIN VDE 0100 (VDE 0100), Errichten von Niederspannungsanlagen
- DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2013-06, Errichten von Niederspannungsanlagen  
– Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen (IEC 60364-5-52:2009, modifiziert + Corrigendum Feb. 2011); Deutsche Übernahme HD 60364-5-52:2011
- DIN VDE 0100-557 (VDE 0100-557):2014-10, Errichten von Niederspannungsanlagen  
– Teil 5-557: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Hilfsstromkreise (IEC 60364-5-55:2011/A1:2012 (Abschnitt 557)); Deutsche Übernahme HD 60364-5-557:2013

DIN VDE 0100-560 (VDE 0100-560):2013-10,	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-56: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Einrichtungen für Sicherheitszwecke (IEC 60364-5-56:2009, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-56:2010 + A1:2011
DIN VDE 0105 (VDE 0105) (alle Teile),	Betrieb von elektrischen Anlagen
DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2015-10,	Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen
DIN VDE 0603 (VDE 0603) (alle Teile),	Zählerplätze (parallel hierzu existieren Normen der Reihe mit dem Haupttitel „Installationskleinverteiler und Zählerplätze AC 400 V“)
VDE-AR-N 4110,	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung)
VDE-AR-N 4120:2018-11,	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung)
VDE-AR-N 4130,	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Höchstspannung)
VDE-AR-N 4400,	Messwesen Strom (Metering Code)

### **12.3 VDEW / BDEW / VDN – Richtlinien sowie sonstige Vorschriften und Auflagen**

VDN/FNN	Technische Richtlinie Anschlusschränke im Freien
VDN/FNN	Technische Regeln zur Beurteilung von Netzzrückwirkungen
VDN	Technische Richtlinie für digitale Schutzsysteme
ITM	Auflagen und Genehmigungen der Arbeitsaufsicht
AAA	Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsgenossenschaft, gewerbliche Abteilung

### **12.4 Nationale Gesetze und Verordnungen**

Loi modifiée du 1 août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité

Loi modifiée du 4 juillet 2014 portant réorganisation de l'ILNAS, abrogeant la loi modifiée du 20 mai 2008 relative à la création d'un Institut luxembourgeois de la normalisation, de l'accréditation, de la sécurité et qualité des produits et services

Règlement grand-ducal du 17 mai 2017 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques)

Règlement E11/26/ILR du 20 mai 2011 déterminant les modalités concernant la mesure et la documentation de la qualité de l'électricité.

Règlement grand-ducal du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments.

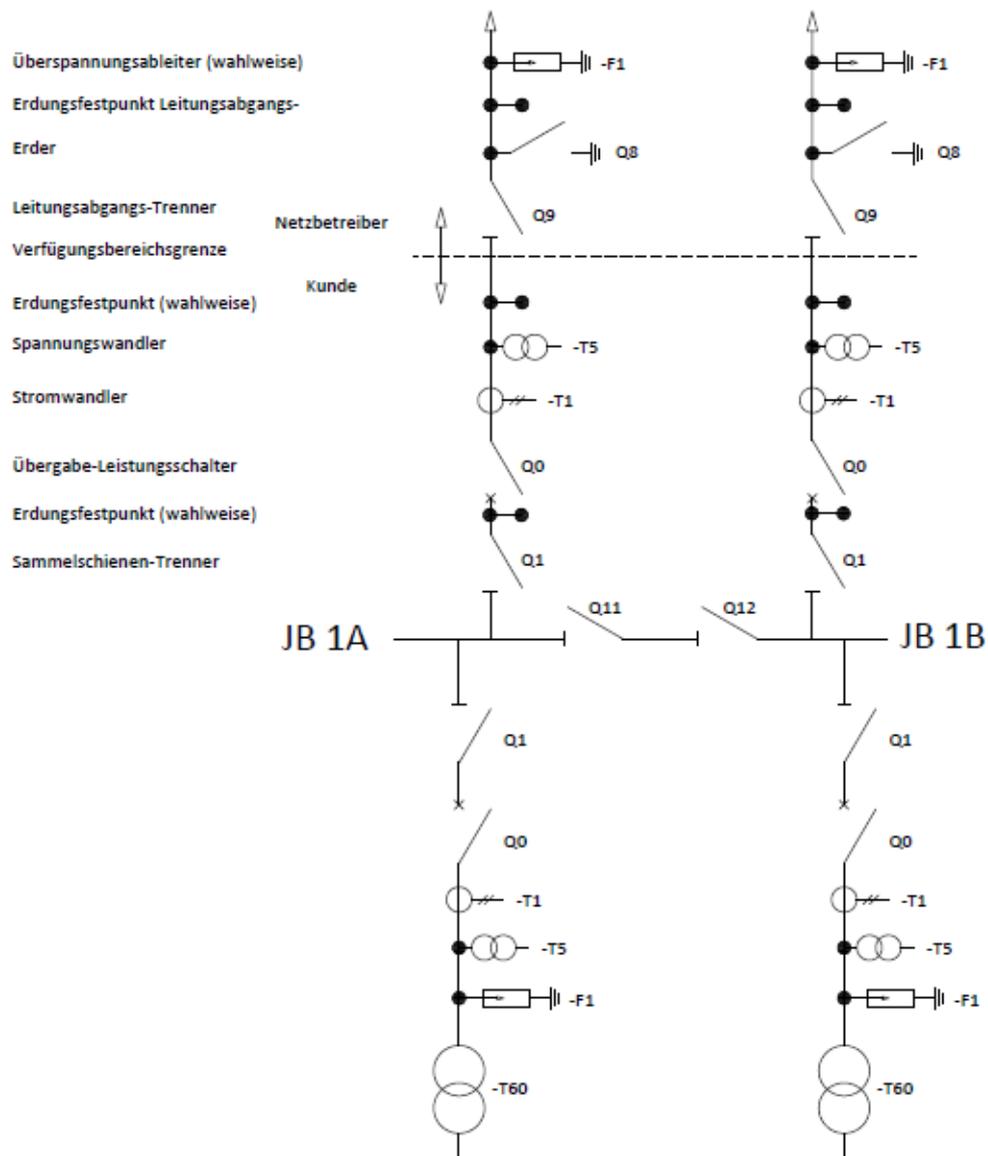
Loi du 27 juin 2016 concernant la compatibilité électromagnétique

## **Anhang 1: Einpolige Schaltbilder**

Schema 1: einpoliges Schaltbild einer Freiluftkundenanlage mit Einbindung in eine Stickleitung

Schema 2: einpoliges Schaltbild einer Freiluftkundenanlage mit Einbindung in eine Ringleitung (Einfachsammelschiene mit Doppellängstrennung)





## Anhang 2: Begriffsbestimmung am Beispiel einer Ringleitungs-Übergabestation

