

MEMORIAL
Journal Officiel
du Grand-Duché de
Luxembourg



MEMORIAL
Amtsblatt
des Großherzogtums
Luxemburg

RECUEIL DE LEGISLATION

A — N° 10

22 janvier 2015

S o m m a i r e

Institut Luxembourgeois de Régulation – Règlement E15/01/ILR du 9 janvier 2015
portant acceptation des conditions techniques de raccordement au réseau haute tension
exploité par Creos Luxembourg S.A. – Secteur Electricité page

88

Institut Luxembourgeois de Régulation

Règlement E15/01/ILR du 9 janvier 2015

**portant acceptation des conditions techniques de raccordement au réseau haute tension
exploité par Creos Luxembourg S.A.**

Secteur Electricité

La Direction de l'Institut Luxembourgeois de Régulation,

Vu la loi modifiée du 1^{er} août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité et notamment ses articles 5 (3) et 8 (1);

Vu le résultat de la consultation publique ouverte du 1^{er} septembre 2014 au 20 octobre 2014;

Considérant le document «Technische Anschlussbedingungen für Hochspannungsschaltanlagen im Großherzogtum Luxemburg (TAB Hochspannung)» élaboré par le gestionnaire de réseau Creos Luxembourg S.A. et soumis à la procédure d'acceptation en date du 25 juillet 2014;

Arrête:

Art. 1^{er}. Les conditions techniques de raccordement telles que décrites dans le document annexé constituent les prescriptions minimales en matière de raccordement au réseau de transport haute tension de CREOS Luxembourg S.A. et sont acceptées dans la version du 5 janvier 2015 telle qu'établie à la suite de la procédure de consultation publique ouverte du 1^{er} septembre 2014 au 20 octobre 2014.

Art. 2. Copies du présent règlement et de son annexe sont à publier sur le site Internet de Creos Luxembourg S.A.

Art. 3. Le présent règlement est publié au Mémorial et sur le site Internet de l'Institut.

La Direction

(s.) Paul Schuh

(s.) Jacques Prost

(s.) Camille Hierzig

ANNEXE



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

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort

1	Geltungsbereich	5
2	Normative Verweisungen.....	6
3	Begriffsbestimmungen.....	8
4	Allgemeines	14
4.1	Bestimmungen und Vorschriften.....	14
4.2	Anmeldeverfahren und anschlussrelevante Unterlagen.....	15
4.3	Inbetriebsetzung der Schaltanlage	17
4.4	Inbetriebnahme der Kunden-Schaltanlage(n) mit Verbraucheranlagen	18
4.5	Inbetriebnahme der Kunden-Schaltanlage(n) mit Erzeugungsanlagen.....	18
5	Netzanschluss	20
5.1	Grundsätze für die Ermittlung des Netzanschlusspunktes.....	20
5.2	Eigentumsgrenze.....	20
5.3	Betriebsspannung und Frequenz am Netzanschlusspunkt bei Verbraucheranlagen	20
5.3.1	Funktions - Spannungsbereich, Großverbraucher 220 kV.....	21
5.3.2	Funktions - Frequenzbereich Großverbraucher	21
5.4	Betriebsspannung und Frequenz am Netzanschlusspunkt bei Erzeugungsanlagen	21
6	Netzurückwirkungen.....	22
6.1	Allgemeines.....	22
6.2	Schaltbedingte Spannungsänderungen	22
6.3	Lastbedingte Spannungsänderungen.....	22
6.4	Flicker	22
6.5	Kommutierungseinbrüche.....	23
6.6	Oberschwingungen und Zwischenharmonische.....	23
6.7	Unsymmetrien.....	23
6.8	Tonfrequenz-Rundsteuerung	23
6.9	Trägerfrequente Nutzung des Kundennetzes	23
6.10	Vorkehrungen gegen Spannungsabsenkungen und Versorgungs- unterbrechungen	24
6.11	Blindleistungsverhalten von Verbraucheranlagen	24
6.12	Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen	24
7	Schaltanlage	25
7.1	Baulicher Teil	25
7.1.1	Allgemeines.....	25
7.1.2	Einzelheiten zur baulichen Ausführung.....	26
7.2	Elektrischer Teil	27
7.2.1	Allgemeines.....	27
7.2.2	Schaltanlagen	28
7.2.3	Sternpunktbehandlung.....	29
7.2.4	Erdungsanlage.....	29
7.3	Sekundärtechnik	30
7.3.1	Prozessdatenübertragung an die netzführende Stelle.....	30
7.3.2	Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung.....	31
7.3.3	Schutzeinrichtungen.....	31
7.3.4	Schreiber zur Aufzeichnung von Störungen und zur Erfassung der Spannungsqualität.....	34
7.3.5	Fernwirk- und Kommunikationstechnik	34

8	Abrechnungsmessung.....	35
9	Betrieb der Kundenanlage	37
9.1	Netzführung	37
9.2	Arbeiten in der Hochspannungsschaltanlage.....	37
9.3	Zugang.....	38
9.4	Bedienung vor Ort.....	38
9.5	Instandhaltung.....	38
9.6	Betrieb bei Störungen.....	38
10	Änderungen, Außerbetriebnahmen und Demontage	40
11	Erzeugungsanlagen ab 1 MW Anschlussleistung	41
11.1	Allgemeines	41
11.2	Verhalten der Erzeugungsanlage am Netz.....	41
11.2.1	Quasistationärer Betrieb	41
11.2.2	Funktionsfrequenzbereich für Erzeugungsanlagen über 1 MW	42
11.2.3	Funktionsspannungsbereich für Erzeugungsanlagenanlagen	42
11.2.4	Polrad- bzw. Netzpendelungen	42
11.2.5	(Netz-) Inselbetriebsfähigkeit.....	42
11.2.6	Schwarzstartfähigkeit	43
11.2.7	Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung.....	43
11.2.8	Dynamische Netzstützung.....	44
11.2.9	Wirkleistungsabgabe	46
11.2.10	Netzsicherheitsmanagement	47
11.2.11	Wirkleistungsanpassung bei Frequenzabweichungen	47
11.2.12	Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungsanlage	50
11.3	Synchronmaschinen: Verhalten am Netz	52
11.3.1	Blindleistungsbereitstellung bei Volllast $P_{b\ inst}$	52
11.3.2	Blindleistungsbereitstellung bei Teillast (unterhalb von $P_{b\ inst}$)	53
11.3.3	Spannungsabhängige Blindleistungsregelung $Q(U)$	54
11.3.4	Blindleistungsregelung, direkte Sollwertvorgabe	56
11.4	Nicht synchronmaschinenbasierte Erzeugungsanlagen über 50 MW: Verhalten am Netz.....	57
11.4.1	Blindleistungsbereitstellung bei Volllast $P_{b\ inst}$	57
11.4.2	Blindleistungsbereitstellung bei Teillast (unterhalb von $P_{b\ inst}$)	58
11.4.3	Blindleistungsregelung.....	58
11.5	Schutzzeinteilungen bei Erzeugungsanlagen	58
11.5.1	Allgemeines	58
11.5.2	Netzschutzeinrichtungen.....	59
11.5.3	Kurzschlusschutzseinrichtungen des Anschlussnehmers	60
11.5.4	Entkupplungsschutzseinrichtungen des Anschlussnehmers	60
11.6	Konformitätsprüfungen.....	60
	ANHANG 1	62
	ANHANG 2	77

Vorwort

Diese Technischen Anschlussbedingungen für Hochspannungs-Schaltanlagen (TAB-HT) fassen die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen, die beim Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz des Netzbetreibers zu beachten sind. Sie dienen gleichermaßen dem Netzbetreiber wie dem Errichter als Planungsunterlage und Entscheidungshilfe. Außerdem erhält der Betreiber wichtige Informationen zum Betrieb solcher Anlagen. Sie gelten für alle Hochspannungsschaltanlagen, die nach ihrer Veröffentlichung geplant, gebaut, oder substantiell umgebaut werden.

Die TAB-HT wurden gemäß Art. 5 Absatz 3 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 genutzt werden. Des Weiteren erfüllen diese TAB-HT die Anforderungen hinsichtlich technischer Vorschriften gemäß Art. 8(1) des vorgenannten Gesetzes.

Die TAB-HT wurden unter Bezugnahme auf die gängige Praxis der europäischen Hochspannungs- Netzbetreiber 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 2004/108/CE als auch die Vorgaben des Gesetzes vom 25 März 2009 (compatibilité électromagnétique) erfüllen. Bei Aspekten, die die Richtlinie nicht abdeckt, sind die Normen des CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique), oder falls noch nicht vorhanden, die VDE-Vorschriften einzuhalten, 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 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, eines EFTA-Staates oder der Türkei, der Vertragspartei des Übereinkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ist, die ein mit der vorliegenden Regelung gleichwertiges Schutzniveau gewährleisten.

1 Geltungsbereich

Die TAB-HT gelten für die Planung, die Errichtung und den Betrieb von Kundenanlagen (Bezugs- und Erzeugungsanlagen), die an das Hochspannungsnetz von Creos (Luxemburg) ("Der Netzbetreiber") angeschlossen werden sowie für die substantielle Änderung von Kundenanlagen, die am genannten Netz angeschlossen sind. Diese Richtlinie gilt auch für die einer Übergabeschaltanlage nachgegliederten Hochspannungsschaltanlagen (z.B. Unterstationen) des Kunden, sowie für Änderungen in Kundenanlagen, die wesentliche Auswirkungen auf das elektrische Verhalten und/oder auf den Netzanschluss haben. Netzanschlussänderungen umfassen Umbau, Erweiterung, Rückbau oder Demontage einer Kundenanlage sowie die Änderung der vereinbarten Anschlussleistung oder des Schutzkonzeptes.

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

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, so kann die nachgelagerte Anschlussnutzung bis zur Mängelbeseitigung ausgesetzt werden. Durch die Kontrolle der Kundenanlage sowie durch deren Anschluss an das Transport-/Verteilnetz übernimmt der Netzbetreiber keine Haftung für die Mängelfreiheit der Kundenanlage.

2 Normative Verweisungen

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

- | | |
|--|---|
| 1. DIN VDE 0100 | Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V |
| 2. EN 61936-1 und
EN 50522
(DIN VDE 0101-1/-2) | Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV |
| 3. DIN VDE 0141 | Erdung für spezielle Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV |
| 4. DIN VDE 0105-100 | Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen |
| 5. DIN EN ISO/IEC 17065 | Konformitätsbewertung: Anforderungen an Stellen, die Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zertifizieren |
| 6. EN 50110-1
(DIN VDE 0105-1) | Betrieb von elektrischen Anlagen |
| 7. EN 50160 | Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen |
| 8. EN 60038
(DIN VDE 175-1) | CENELEC - Normalspannungen |
| 9. EN 60909-0
(DIN VDE 0102) | Kurzschlussströme in Drehstromnetzen – Teil 0: Berechnung der Ströme |
| 10. EN 61230
(DIN VDE 0683-100) | Arbeiten unter Spannung – Ortsveränderliche Geräte zum Erden oder Erden und Kurzschließen |
| 11. EN 61400-21
(DIN VDE 0127-21) | Windenergieanlagen – Teil 21: Messung und Bewertung der Netzverträglichkeit von netzentkoppelten Windenergieanlagen |
| 12. EN 62271-100
(DIN VDE 0671-100) | Hochspannungs-Schaltgeräte und –Schaltanlagen – Teil 100: Wechselstrom-Leistungsschalter |
| 13. EN 62271-203
(DIN VDE 0671-203) | Hochspannungs-Schaltgeräte und –Schaltanlagen – Teil 203: Gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 52 kV |
| 14. VDE-AR-N 4105 | Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz - Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz |
| 15. VDE-AR-N 4400 | Messwesen Strom (Metering Code) |

- | | |
|----------------------------|--|
| 16. VDE-AR-N 4120 | Technische Bedingungen für den Anschluss und Betrieb von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz (TAB Hochspannung) |
| 17. Netzbetreiber-Vorgaben | Anforderungen an Übertragungseinrichtungen |

3 Begriffsbestimmungen

Begriff	Definition
Anlagenbetreiber (Betriebsführer):	Unternehmer oder eine von ihm beauftragte natürliche oder juristische Person, die die Unternehmerpflicht für den sicheren Betrieb und ordnungsgemäßen Zustand der Kundenanlage wahrnimmt.
Anlagenerrichter:	Personen oder Unternehmen, die eine elektrische Anlage errichten, erweitern, ändern oder unterhalten, sowie Personen oder Unternehmen, die sie zwar nicht errichten, erweitern, ändern oder unterhalten haben, jedoch die durchgeführten Arbeiten als Sachverständiger überprüft haben und die Verantwortung für deren ordnungsgemäße Ausführung übernehmen.
Anschlussnehmer:	Natürliche oder juristische Person (z. B. Eigentümer), deren elektrische Anlage unmittelbar über einen Anschluss mit dem Netz des Netzbetreibers verbunden ist (siehe DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1)).
Anschwingzeit:	Zeit zwischen dem sprunghaften Eintritt einer Regelabweichung und dem erstmaligen Erreichen des Toleranzbandes um den stationären Endwert der Regelgröße (z. B. des Blindstromes I_B).
Automatische Wiedereinschaltung (AWE):	Von einer automatischen Einrichtung gesteuerte Wiedereinschaltung des einem fehlerbehafteten Teil des Netzes zugeordneten Leistungsschalters, mit der Erwartung, dass der Fehler während der Unterbrechungszeit verschwindet.
Betrieb:	Alle technischen und organisatorischen Tätigkeiten, die erforderlich sind, damit die elektrische Anlage funktionieren kann. Dies umfasst das Schalten, Steuern, Regeln, Überwachen und Instandhalten, sowie elektrotechnische und nichtelektrotechnische Arbeiten (DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100)).
Eigenbedarfsversorgung:	Funktionsmodus von Stromerzeugungsanlagen, der es denselben ermöglicht, im Falle eines Netzausfalls mit Netztrennung, weiterhin ausschließlich für den Eigenverbrauch der gesamten Installation zu produzieren.
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 I_B) im Toleranzband liegt.
Erregeranlage:	Anlage zur Erzeugung des Feldstroms einer elektrischen Maschine, einschließlich aller Schutz-, Steuer- und Regelemente sowie Vorrichtungen zum Feldabbau.
Erzeugungsanlage:	Anlage, in der sich eine oder mehrere Erzeugungseinheiten elektrischer Energie und alle zum Betrieb erforderlichen elektrischen Einrichtungen befinden ANMERKUNG: Formelzeichen, die sich auf die Erzeugungsanlage beziehen, erhalten den Index "A".
Erzeugungseinheit:	Einzelne Einheit zur Erzeugung elektrischer Energie ANMERKUNG 1: Eine Erzeugungseinheit umfasst alle

	elektrischen Betriebsmittel des Generators inkl. des NS/MS Maschinentransformators bzw. des MS/HS Maschinentransformators und der ihr zugeordneten Komponenten. ANMERKUNG 2: Formelzeichen, die sich auf die Erzeugungseinheit beziehen, erhalten den Index "E".
Fehlerklärung:	Ein Fehler (Kurzschluss) in einer elektrischen Anlage gilt als geklärt, sobald durch die Fehlerstelle kein Strom mehr fließt, d.h. sobald der letzte Leistungsschalter, der den Fehlerort begrenzt, geöffnet und den (Fehler-)Strom unterbrochen hat.
Fehlerklärungszeit:	Dauer zwischen dem Beginn des Netzfehlers und der Fehlerklärung.
Fehlerzeitraum (Fault period):	Dauer eines Fehlers (Kurzschlusses) im Netz. Gegenüber dem Normalzustand sind während der "fault period" die Spannungen teilweise stark abgesenkt und die Ströme erhöht. Ströme und Spannungen sind häufig unsymmetrisch.
Flicker:	Über die Wirkungskette "elektrische Lampe – Auge – Gehirn" entstehender subjektiver Eindruck von Schwankungen der Leuchtdichte, der durch Spannungsschwankungen hervorgerufen wird.
Frequenzantwort, Totband:	Ein absichtlich festgelegter Frequenzabweichungsbereich in dem die Frequenzregelung nicht ansprechen darf. Im Gegensatz zur \rightarrow (Un) Empfindlichkeit ist das Totband eine gewollte Eigenschaft und ist grundsätzlich einstellbar.
Frequenzantwort, Empfindlichkeit:	Inhärente Eigenschaft einer Regelstrecke, definiert als Mindestfrequenzabweichung, die zu einer Änderung des Regelsignals führt.
Frequenzantwort, Wirkleistung:	(Automatische) Wirkleistungsanpassung am Ausgang einer Generatoranlage in Reaktion auf eine Abweichung der Netzfrequenz von der Nennfrequenz.
Inselbetriebsfähigkeit:	Fähigkeit der Erzeugeranlage zur unabhängigen Produktion und Frequenzhaltung an einen Teil des Netzes nach dessen Trennung vom Verbundnetz.
Konformitätserklärung:	Bestätigung und Nachweis, dass die gesamte Erzeugungsanlage in Übereinstimmung mit den Anforderungen der Netzanschlussregeln und mit den Festlegungen im Anlagenzertifikat errichtet und in Betrieb gesetzt wurde.
Kurzschlussleistung S_k'' :	Für die Berechnung nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) auf dem Anfangs-Kurzschlusswechselstrom beruhende Leistung.
Kurzschlussleistung, Netzkurzschlussleistung S_{kN}'' :	Netzseitig anstehende Kurzschlussleistung S_k'' , ohne den Anteil der anzuschließenden Erzeugungsanlage.
Kurzschlussleistung, Netzkurzschlussleistung S_{kV} :	Für die Berechnung von Netzurückwirkungen maßgebende minimale Netzkurzschlussleistung am Verknüpfungspunkt. ANMERKUNG: Die Kurzschlussleistung ist im allgemeinen niedriger als diejenige, die zur Bemessung der Kurzschlussfestigkeit von Anlagen herangezogen wird.
Leistung, Anschlussscheinleistung S_A :	Scheinleistung einer Erzeugungsanlage, die sich aus den maximalen Scheinleistungen der Erzeugungseinheiten zusammensetzt. Sie ist Grundlage für die Netzanschlussprüfung. ANMERKUNG: Bei manchen

	Anlagen kann während ihres Betriebes eine höhere als ihre Anschlussscheinleistung auftreten.
Leistung, Blindleistung Q :	Anteil der Scheinleistung, der nicht zur Erzeugung elektrischer Energie beiträgt. ANMERKUNG: Sie ist das Produkt der sich aus den Grundschrwingungen ergebenden Scheinleistung und dem Sinus des Phasenverschiebungswinkels φ zwischen der Leiter-Sternpunkt-Spannung U und des Stroms I .
Leistung, in Betrieb befindliche installierte Wirkleistung $P_{b\ inst}$:	Summe der Nennleistungen aller sich generatorisch in Betrieb befindenden Erzeugungseinheiten. Gegenüber der betriebsbereiten installierten Wirkleistung $P_{bb\ inst}$ sind die Erzeugungseinheiten ausgenommen, die zwar betriebsbereit sind, aber keine Wirkleistung einspeisen.
Leistung, installierte Wirkleistung P_{inst} :	Summe der Nennleistungen aller Erzeugungseinheiten innerhalb einer Erzeugungsanlage.
Leistung, maximale Scheinleistung einer Erzeugungsanlage S_{Amax} :	Höchste Scheinleistung einer Erzeugungsanlage. ANMERKUNG: In der Berechnung sind alle Netzkomponenten zwischen Netzanschlusspunkt und den Erzeugungseinheiten zu berücksichtigen.
Leistung, momentane Wirkleistung P_{mom} :	Momentaner Wert der am Netzanschlusspunkt eingespeisten Wirkleistung.
Leistung, Nennleistung:	Vom Hersteller angegebene Wirkleistung der Erzeugungseinheit bei Nennbedingungen.
Leistung, Scheinleistung S :	Produkt der Effektivwerte aus Betriebsspannung, Strom und dem Faktor $\sqrt{3}$.
Leistung, technische Mindestleistung:	Minimale, stabil von einer Erzeugungseinheit abgebbare elektrische Dauerleistung.
Leistung, vereinbarte Anschlussscheinleistung S_{AV} :	Scheinleistung, die sich aus dem Quotienten aus vereinbarter Anschlusswirkleistung P_{AV} und dem niedrigsten zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer vereinbarten Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ ergibt.
Leistung, vereinbarte Anschlusswirkleistung P_{AV} :	Zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer vereinbarte Wirkleistung. ANMERKUNG 1: Für Windenergieanlagen wird in der Regel die elektrische Nennleistung der Erzeugungseinheit eingesetzt. ANMERKUNG 2: Bei manchen Anlagen kann während ihres Betriebes eine höhere als ihre Anschlussnennleistung auftreten.
Leistung, Wirkleistung P :	Elektrische Leistung, die für die Erzeugung elektrischer Energie maßgebend ist und die für die Umwandlung in andere Leistungen (z. B. mechanische, thermische oder chemische) verfügbar ist. ANMERKUNG: In dieser TAB-HT der Grundschrwingungsanteil der Wirkleistung.
Nach-Fehlerzeitraum (Postfault period):	Dauer nach Abschaltung eines Fehlers, während der die Spannungen noch nicht wieder dauerhaft im normalen Spannungsband sind.
Netzanschlusspunkt:	Netzpunkt, an dem die Netzanschlussleitung der Kundenanlage an das Netz zur allgemeinen Versorgung angeschlossen ist. ANMERKUNG: Der Netzanschlusspunkt hat vor allem Bedeutung im Zusammenhang mit der Netzplanung. Eine Unterscheidung zwischen Netzanschlusspunkt und → Verknüpfungspunkt ist nicht in allen Fällen

Netzanschlusspunkt:	Netzpunkt, an dem die Netzanschlussleitung der Kundenanlage an das Netz zur allgemeinen Versorgung angeschlossen ist. ANMERKUNG: Der Netzanschlusspunkt hat vor allem Bedeutung im Zusammenhang mit der Netzplanung. Eine Unterscheidung zwischen Netzanschlusspunkt und → Verknüpfungspunkt ist nicht in allen Fällen erforderlich.
Netzanschlussvertrag:	Ein Vertrag zwischen dem Netzbetreiber und dem Anschlussnehmer der die standortspezifischen Anforderungen für die Einrichtung der Kundenanlage definiert, dies in Ergänzung zu den allgemeinen Anforderungen der jeweiligen Gesetze, Regelungen und Netzwerkcode.
Netzbetreiber:	Betreiber eines Netzes der allgemeinen Versorgung für elektrische Energie.
Netzsicherheitsmanagement:	Beeinflussung der Leistungsabgabe von Erzeugungsanlagen bis zu deren kompletter Abschaltung zur Umsetzung von Maßnahmen zur Verhinderung und Beseitigung von Netzengpässen und im Rahmen der Systemsicherheit. Netzengpässe liegen vor bei Verletzung der zulässigen Spannungsbänder oder bei Überschreitung der Strombelastbarkeit von Netzbetriebsmitteln (wie z.B. Leitungen oder Transformatoren). Netzengpässe können sowohl im Transport- als auch im Verteilungsnetz auftreten.
Oberschwingung (Harmonische):	Sinusförmige Schwingung, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz (50 Hz) ist.
Schaltanlage	Gesamtheit aller Geräte, Leitungen, Hilfsmittel, ... die ein zuverlässiges und sicheres Aufschalten der Betriebsmittel des Anschlussnehmers auf das Hochspannungsnetz des Netzbetreibers ermöglichen.
Schutzeinrichtung:	Einrichtung, die ein oder mehrere Schutzrelais sowie – soweit erforderlich – Logikbausteine enthält, um eine oder mehrere vorgegebene Schutzfunktionen auszuführen. ANMERKUNG: Eine Schutzeinrichtung ist Teil eines Schutzsystems.
Schutzsystem:	Anordnung aus einer oder mehreren Schutzeinrichtungen sowie weiteren Geräten, die vorgesehen sind, um eine oder mehrere vorgegebene Schutzfunktionen auszuführen. ANMERKUNG: Ein Schutzsystem umfasst eine oder mehrere Schutzeinrichtungen, Messwandler, Verdrahtung, Ausschaltstromkreis, Hilfsspannungsversorgung sowie – sofern vorgesehen – Informationssysteme.
Schwarzstartfähigkeit:	Fähigkeit der Erzeugeranlage, nach Abschalten, zur autonomen Wiederherstellung der Produktion mittels einer speziellen Hilfsstromquelle ohne externe Energieversorgung.
Spannung, Bemessungsspannung:	Spannung eines Gerätes oder einer Einrichtung, für die das Gerät oder die Einrichtung durch eine Norm oder vom Hersteller zum dauerhaften Betrieb ausgelegt ist.
Spannung, Betriebsspannung U_b :	Spannungen bei Normalbetrieb zu einem bestimmten

Spannung, Nennspannung U_n :	Spannung, durch die ein Netz oder eine Anlage bezeichnet oder identifiziert wird.
Spannungsänderung, ΔU_{\max} :	Erhöhung oder Abnahme der Spannung in einem Zeitabschnitt. Bei Angabe einer relativen Spannungsänderung wird die Spannungsänderung der verketteten Spannung auf die Betriebsspannung des Netzes bezogen: $\Delta u = \Delta U_{\max}/U_b$. ANMERKUNG: Bei der Anschlussprüfung wird anstelle der Betriebsspannung die Nennspannung U_n zugrunde gelegt.
Spannungsband:	Spannungs-Effektivwerte zwischen einer oberen und unteren Betriebsspannung des Netzes.
Sprunghafte Spannungsabweichung:	Abweichung von der Betriebsspannung, deren Änderungsgeschwindigkeit höher als im quasistationären Betrieb ist. ANMERKUNG 1: Als sprunghafte Spannungsabweichung wird eine Spannungsänderung definiert, deren Spannungsänderungsgeschwindigkeit $> 5 \% U_n/\text{min}$ ist. Dabei ist ΔU die auf die Nennspannung bezogene Abweichung der Spannung vom gleitenden 1 - min - Mittelwert $U_{1\text{min}}$ vor dem Fehler. ANMERKUNG 2: Die sprunghafte Spannungsabweichung ist bei Spannungsanstieg positiv, bei Spannungsreduzierung negativ.
Strom, Anfangs-Kurzschlusswechselstrom I_k'' :	Effektivwert des Wechselstromanteils eines zu erwartenden Kurzschlussstromes im Augenblick des Kurzschlusseintritts (s. DIN EN 60909-0 (VDE 0102)).
Strom, Bemessungsstrom I_r :	Strom eines Gerätes oder einer Einrichtung, für den das Gerät oder die Einrichtung durch eine Norm oder vom Hersteller zum dauerhaften Betrieb ausgelegt ist.
Strom, Blindstrom I_b :	Anteil der Strom-Grundschiwingung, der nicht zur Wirkleistung beiträgt.
Strom, Kurzschlusswechselstrom I_k :	Effektivwert des Wechselstromanteils eines zu erwartenden Kurzschlussstroms, wobei der Gleichstromanteil – soweit vorhanden – nicht berücksichtigt wird (s. DIN EN 60909-0 (VDE 0102)).
Strom, Stoßkurzschlussstrom i_p :	Maximal möglicher Augenblickswert des zu erwartenden Kurzschlussstromes (s. DIN EN 60909-0 (VDE 0102)).
Stromtransport:	Entsprechend der Definition von Art. 1 des modifizierten Gesetzes vom 1. August 2007 (Organisation du marché de l'électricité).
Transportnetz:	Zum → Stromtransport bestimmtes Netz.
Transportnetzbetreiber:	Natürliche oder juristische Person, die für den Betrieb, die Gewährleistung der Wartung und, wenn nötig, den Ausbau des Transportnetzes in einem bestimmten Gebiet und gegebenenfalls der Verbindungsleitungen zu anderen Netzen sowie für die Sicherstellung verantwortlich für die langfristigen Fähigkeit des Netzes, eine angemessene Nachfrage nach Transport von Elektrizität zu befriedigen.
Übererregt:	Betriebszustand eines Synchrongenerators, bei dem der Generator kapazitive Blindleistung aus dem Netz aufnimmt.
Übergabestelle:	Netzpunkt, der die Grenze zwischen dem Verant-

Übergabestelle:	Netzpunkt, der die Grenze zwischen dem Verantwortungsbereich des Netzbetreibers und dem des Betreibers der Anschlussanlage bildet: ANMERKUNG: Die Übergabestelle hat vor allem Bedeutung für die Betriebsführung. Er ist nicht in jedem Fall identisch mit der Eigentumsgrenze.
Übersetzungsverhältnis ü:	Quotient aus Bemessungsspannungen der Ober- zur Unterspannung von Transformatoren.
Untererregt:	Betriebszustand eines Synchrongenerators, bei dem der Generator induktive Blindleistung aus dem Netz aufnimmt.
Verfügungsbereich:	Bereich, der die Zuständigkeit für die Anordnung von Schalthandlungen festlegt.
Verknüpfungspunkt:	Der Kundenanlage am nächsten gelegene Stelle im Netz der allgemeinen Versorgung, an der weitere Kundenanlagen angeschlossen sind oder angeschlossen werden können. ANMERKUNG: In der Regel ist der Verknüpfungspunkt gleich dem Netzanschlusspunkt. Er findet Anwendung bei der Beurteilung von Netzurückwirkungen.
Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$:	Cosinus des Phasenwinkels zwischen den Grundsicherungen einer Leiter-Sternpunkt-Spannung und eines Stromes.
Verteilung (Stromverteilung):	Entsprechend der Definition von Art. 1 des modifizierten Gesetzes vom 1. August 2007 (Organisation du marché de l'électricité).
Verteilnetz:	Zur → Stromverteilung bestimmtes Netz.
Verteilungsnetzbetreiber:	s. → Netzbetreiber.
Zertifikat, Anlagenzertifikat:	Das Anlagenzertifikat weist die Erfüllung der geplanten Erzeugungsanlage mit den Anforderungen dieser Netzanschlussregel sowie ggf. mit den ergänzenden Anforderungen des Netzbetreibers aus. Basis für das Anlagenzertifikat bilden Einheiten-zertifikate, ggf. Komponentenzertifikate sowie Netzberechnungen und Simulationen.
Zertifikat, Einheitenzertifikat:	Für jede Erzeugungseinheit ist ein typspezifisches, vom Hersteller ausgestelltes, Einheitenzertifikat erforderlich. In diesem Einheitenzertifikat werden die elektrischen Eigenschaften der Erzeugungseinheit ausgewiesen, um die Konformität einer geplanten Erzeugungsanlage mit den Anforderungen der vorliegenden Netzanschlussregeln nachzuweisen.
Zwischenharmonische:	Sinusförmige Schwingung, deren Frequenz kein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz (50 Hz)

4 Allgemeines

4.1 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. Daneben sind die Unfallverhütungsvorschriften und die ergänzenden netzspezifischen Richtlinien des Netzbetreibers verbindlich.

Des Weiteren sind ebenfalls die in dieser TAB-HT aufgeführten Druckschriften und Regeln, sei es des „Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.“ (BDEW) oder der ENTSO-E, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu befolgen.

Der Netzanschlusskunde ist für den Erhalt sämtlicher behördlichen Genehmigungen (wie z.B. 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 Kundenschananlage 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 kann 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 und Richtlinien und sonstigen technischen Vorgaben seinem Anlagenerrichter bekannt sind und von diesem bei der Installation eingehalten werden.

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

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 und Richtlinien gewährleisten.

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.

Nach der erfolgten 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 sich auch für Instandhaltung, Wartung und Umbau verantwortlich zeichnet, 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 erfolgten 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.

Bei einer gemeinsamen Hochspannungsschaltanlage von Netzbetreiber und Kunden gelten die vertraglichen Vereinbarungen zwischen dem Netzbetreiber und dem Kunden.

Für die Bereiche seiner Schaltanlage (Transformatorfelder, evtl. Abgangsfeld im Fall eines Anschlusses an das Hochspannungsnetz mittels Stichleitung) darf der Kunde Dritte mit der Betriebsführung beauftragen.

4.2 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) Anschlussstermin
- 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

- den Standort und Aufbau der Schaltanlage
- die erforderlichen Netzschutzeinrichtungen für die Leitungsfelder und Transformatorfelder sowie für eventuelle Kupplungsfelder der Sammelschienen
- die Fernsteuerung / Fernüberwachung und erforderliche Umschaltautomatiken
- 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. Im Fall einer Stichanschlussleitung erfolgt der Anschluss ab einer Hochspannungsschaltanlage des Netzbetreibers. Anschließend erstellt der Netzbetreiber

sein diesbezügliches Angebot hinsichtlich des Baus der Hochspannungsleitung bzw. des(r) Abgangsfeldes(r) oder Kundentransformatorenfelder 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 Stützer 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.

4.3 Inbetriebsetzung der Schaltanlage

Spätestens bei der Inbetriebnahme sind dem Netzbetreiber nachfolgende Unterlagen zu übergeben:

- ein Erdungsmessprotokoll sowie ein Lageplan der Erdungsanlage
- die Prüfprotokolle der Transformatoren und der eingesetzten Schutzeinrichtungen
- die Prüfprotokolle 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 Kundensaltanlage(n) und deren Komponenten
- Eine Aufstellung der Ansprechpartner des Kunden für die Organisation und Durchführung von Schalthandlungen
- Wartungsunterlagen, usw.

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

Die Inbetriebsetzung sowie Inbetriebnahme des Netzanschlusses erfolgt vom Netzbetreiber bis zur Übergabestelle. (Stichanschluss: Leitungsansprungsportal oder HS-Kabelendverschluss; Ringleitung: einschließlich Sammelschiene(n) und gegebenenfalls Kuppelfeld, sofern vorhanden)

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 Schaltanlage 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.

4.4 Inbetriebnahme der Kunden-Schaltanlage(n) mit Verbraucheranlagen

Die Inbetriebsetzung der Schaltanlage nach 4.3 ist Voraussetzung für die Inbetriebnahme der einzelnen Verbraucher- oder Erzeugungseinheiten.

Der Netzbetreiber behält sich vor, gemeinsam mit einem Beauftragten des Kunden eine Sichtkontrolle/Abnahme der Kundens Schaltanlage und 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.

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/Abnahme keine Verantwortung oder Haftung für die Betriebssicherheit der Kundenanlage.

4.5 Inbetriebnahme der Kunden-Schaltanlage(n) mit Erzeugungsanlagen

Die Inbetriebnahme der Erzeugungsanlage erfolgt gemäß der in Kapitel 11 dieser TAB ausgeführten Regelung, Die Inbetriebsetzung der Schaltanlage nach 4.3 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 in die 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

5 Netzanschluss

5.1 Grundsätze für die Ermittlung des Netzanschlusspunktes

Jede Kundenanlage wird über eine Übergabestelle 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 eine Ringleitung, wobei in Abstimmung zwischen dem Kunden und dem Netzbetreiber auch eine Einfachstich-Anbindung realisiert werden kann. Bei der Anbindung einer Kundenanlage an eine bestehende Netzbetreiberanlage erfolgt diese an das Sammelschienensystem des Netzbetreibers. Die Kosten des Netzanschlusses trägt der Kunde.

Anhand der unter Punkt 4.2 aufgeführten Unterlagen wird durch den Netzbetreiber der geeignete Netzanschlusspunkt festgelegt, welcher auch unter Berücksichtigung der Kundenanlage einen sicheren Netzbetrieb gewährleistet und an dem die beantragte Leistung übertragen werden kann. Wesentliche Kriterien zur Bestimmung des Netzanschlusspunktes und der Netzanschlussvariante sind:

- Höhe der Anschlussleistung (vereinbarte Leistung für Bezug oder Einspeisung)
- Art und Betriebsweise der anzuschließenden Kundenanlage
- Örtliche Verhältnisse
- Eindeutige Schutzverhältnisse zur selektiven Fehlererfassung im Netz
- Die vom Anschlussnehmer gewünschte Versorgungszuverlässigkeit
- Beeinflussung anderer, an dieses Netz angeschlossener Kundenanlagen.

Nach Stellung des Netzanschlussantrags durch den Anschlussnehmer erfolgt eine netztechnische 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.

Die Beurteilung der Anschlussmöglichkeit unter dem Gesichtspunkt der Netzzurückwirkungen erfolgt an Hand der Impedanz des Netzes am Verknüpfungspunkt (wie Kurzschlussleistung, Resonanzen, etc.), der Anschlussleistung sowie der Art und Betriebsweise der Kundenanlage. Sofern mehrere Kundenanlagen im gleichen Hochspannungsnetz angeschlossen sind, muss deren Gesamtwirkung betrachtet werden.

5.2 Eigentumsgrenze

Die Eigentumsgrenze wird zwischen Anschlussnehmer und Netzbetreiber im Netzanschlussvertrag vereinbart.

5.3 Betriebsspannung und Frequenz am Netzanschlusspunkt bei Verbraucheranlagen

Im Großherzogtum Luxemburg gibt es aktuell zwei Netzspannungen im Hochspannungsnetz, zum einen die Spannungsebene 65 kV ($U_m = 72,5$ kV) sowie des Weiteren die Spannungsebene 220 kV ($U_m = 245$ kV). Die Betriebsfrequenz beträgt 50 Hz.

Verbraucheranlagen, die an die 220 kV Spannungsebene angeschlossen sind, müssen bei den in folgenden Tabellen beschriebenen Grenzspannungen und -frequenzen ohne Netztrennung betrieben werden können.

5.3.1 Funktions - Spannungsbereich, Großverbraucher 220 kV

Spannungsbereich (Vielfaches des Nennwertes)	Erforderte Betriebszeit
0,900 - 1,118	unbegrenzt
1,118 - 1,150	Minimum 20 Minuten

5.3.2 Funktions - Frequenzbereich Großverbraucher

Frequenzbereich	Zeitdauer
47.5 Hz – 48.5 Hz	Minimum 30 Minuten
48.5 Hz – 49.0 Hz	Minimum 30 Minuten
49.0 Hz – 51.0 Hz	unbegrenzt
51.0 Hz – 51.5 Hz	Minimum 30 Minuten

Die Betriebsspannung im 65 kV-Netz liegt zwischen 59 kV und 72,5 kV (10-Minuten-Mittelwert des Spannungs-Effektivwertes). Die Betriebsfrequenz schwankt in der Regel um wenige mHz.

5.4 Betriebsspannung und Frequenz am Netzanschlusspunkt bei Erzeugungsanlagen

Die entsprechenden Werte für Generatoranlagen sind in Kapitel 11 beschrieben.

6 Netzurückwirkungen

6.1 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 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 in einer FNN-Druckschrift¹ (Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE) festgelegt.

6.2 Schaltbedingte Spannungsänderungen

Um unzulässige Netzurückwirkungen zu vermeiden, müssen sprunghafte Spannungsänderungen durch Schaltvorgänge am Verknüpfungspunkt von Kundenanlagen auf folgende Werte begrenzt werden:

- **Ungestörter Betrieb des Netzes**
 - Schaltungen der gesamten Kundenanlage $\Delta u_{\max} \leq 2\%$
 - Schaltungen von einzelnen Erzeugungs- oder Verbrauchseinheiten $\Delta u_{\max} \leq 0,5\%$
- **Gestörter Betrieb des Netzes**
 - Schaltungen der gesamten Kundenanlage $\Delta u_{\max} \leq 5\%$

6.3 Lastbedingte Spannungsänderungen

Starke oder häufig wiederkehrende Laständerungen, z.B. hervorgerufen durch das Einschalten großer Motoren, durch Schweißanlagen oder Lichtbogenöfen, führen zu Spannungsänderungen, deren Störeinwirkung abhängig ist von ihrer Häufigkeit und Amplitude.

Einzelne Spannungsänderungen dürfen am Verknüpfungspunkt der Kundenanlage mit dem öffentlichen Netz 2% der Nennspannung nicht überschreiten. Spannungsänderungen mit einer Häufigkeit von 18 Änderungen pro Sekunde können bereits ab 0,3% der Nennspannung unzulässig sein und sind zu vermeiden.

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

6.4 Flicker

Die zulässigen Flickerstärken, die eine Bezugskundenanlage an einem Verknüpfungspunkt im Hochspannungsnetz maximal bewirken darf, betragen $P_{lt} = 0,4$ und $P_{st} = 0,6$.

Die zulässigen Flickerstärken, die eine Erzeugungsanlage an einem Verknüpfungspunkt im Hochspannungsnetz maximal bewirken darf, betragen $P_{lt} = 0,35$ und $P_{st} = 0,5$.

¹ Siehe „Technische Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen“, herausgegeben vom FNN im VDE

6.5 Kommutierungseinbrüche

Die Vorgaben und Grenzwerte der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4120 sowie der Richtlinie² des FNN sind einzuhalten.

6.6 Oberschwingungen und Zwischenharmonische

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

Für Bezugsanlagen gelten die Grenzwerte der Richtlinie² des FNN. Für Erzeugungsanlagen sind die Vorgaben der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4120 zu berücksichtigen.

6.7 Unsymmetrien

Am Netzverknüpfungspunkt der Kundenanlage mit dem Hochspannungsnetz darf der Quotient der Ströme aus Gegen- und Mitsystem 1% nicht übersteigen. Es ist jeweils über 1 Minute zu mitteln.

Sofern die Erzeugungsanlage technisch dazu 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.

6.8 Tonfrequenz-Rundsteuerung

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

Der Betrieb der Kundenanlage darf zu einer Reduzierung des Tonfrequenz-Pegels im Hochspannungsnetz um maximal 2% U_f führen. Die Kundenanlage darf zudem nicht mehr als 0,1% U_n der verwendeten Tonfrequenz und nicht mehr als 0,3% U_n von ± 100 Hz der verwendeten Tonfrequenz in das Hochspannungsnetz einspeisen. Alle Angaben beziehen sich auf verkettete Spannungen. 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.

6.9 Trägerfrequente Nutzung des Kundennetzes

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

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.

6.10 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) bedürfen einer Absprache mit dem Netzbetreiber.

6.11 Blindleistungsverhalten von Verbraucheranlagen

Bei Bezug von Wirkleistung aus dem Hochspannungsnetz gilt - sofern keine anderslautenden vertraglichen Regelungen vereinbart wurden - im gesamten Spannungsband nach 5.3.1 und im gesamten Wirkleistungsbereich:

- Eine Aufnahme von Blindleistung (induktive und kapazitive) in Höhe von bis zu maximal 5% der vereinbarten Anschlusswirkleistung P_{AV} ist unabhängig von der Wirkleistung zulässig;
- Oberhalb von 15% der vereinbarten Anschlusswirkleistung P_{AV} darf ein Verschiebungsfaktor $\cos \varphi = 0,90_{\text{induktiv}}$ ³ nicht unterschritten werden; kapazitive Blindleistungsentnahme ist nicht zulässig.
- Die obigen Werte sind als 15-Minuten-Mittelwerte zu bestimmen.

Bei Erfordernis führt der Kunde – in Abstimmung mit dem Netzbetreiber – zur Einhaltung des Verschiebungsfaktors $\cos \varphi$ auf seine Kosten eine seinen tatsächlichen Belastungsverhältnissen angepasste ausreichende Blindleistungskompensation durch. Eine last-unabhängige Festkompensation ist nicht zulässig.

Der Betrieb einer Kompensationsanlage kann Maßnahmen zur Begrenzung der Oberschwingungsspannungen und zur Vermeidung unzulässiger Rückwirkungen auf die Tonfrequenzrundsteuerung erfordern. Deshalb ist Rücksprache mit dem Netzbetreiber zur Bestimmung von Leistung, Schaltung und Regelungsart der Kompensationsanlage erforderlich. Durch das Schalten von Kompensationsanlagen darf ein Spannungssprung von 0,5% am Netzanschlusspunkt nicht überschritten werden.

Verteilnetze müssen imstande sein, bei einem Wirkleistungsverbrauch unter 25% des Maximalverbrauches (bei Nennspannung), jeglichen Blindleistungsexport zu unterbinden, es sei denn, dass sich technische oder finanzielle Vorteile durch einen solchen Export ergeben.

6.12 Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen

Für Erzeugungsanlagen gelten die Vorgaben nach Kapitel 11 dieser TAB-HT.

³ Aufgrund der gegenüber dem vorgelagerten Amprion Netz abweichenden Topographie, lässt das Luxemburger Hochspannungsnetz ein Absinken des $\cos \phi$ Faktors auf 0,9 zu, dies in Abweichung zum von den VDE TAB geforderten Faktor von 0,95.

7 Schaltanlage

7.1 Baulicher Teil

7.1.1 Allgemeines

Die Schaltanlage ist als „abgeschlossene elektrische Betriebsstätte“ entsprechend den aktuellen Normen zu planen, errichten, betreiben und instand zu halten.

Weitere Vorschriften, insbesondere die behördlichen Brandschutzanforderungen der ITM, etc. sind einzuhalten.

Zur Einführung der Anschlussleitung in die Kundenanlage und soweit erforderlich zur Installation weiterer Betriebsmittel stellt der Kunde dem Netzbetreiber auf seinem Grundstück geeignete Flächen und/oder Räume auf Verlangen des Netzbetreibers im Rahmen einer Dienstbarkeit unentgeltlich zur Verfügung.

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 zweifacher Ausführung gemäß Punkt 4.2 zur Einsichtnahme und Genehmigung vor.

Der Kunde bzw. dessen Beauftragter ist für sämtliche behördlichen Genehmigungen (z.B. Baugenehmigung, Betriebsgenehmigung) und Anzeigen zuständig. Mit der Errichtung dürfen nur Fachfirmen 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).

Die Schaltanlage 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 und der informationstechnischen Anbindung sowie der unterbrechungsfreien Stromversorgung. Für die Unterbringung der Sekundäranlagen des Netzbetreibers stellt der Kunde dem Netzbetreiber unentgeltlich ausreichenden und geeigneten Raum zur Verfügung.

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 Druckentlastungsöffnungen sind so zu gestalten, dass bei einem Störlichtbogen in der Schaltanlage keine über die Bemessung des Baukörpers hinausgehende Druckbeanspruchung auftritt.

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

7.1.2 Einzelheiten zur baulichen Ausführung

Lage und Zufahrt

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

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. 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.

Zaunanlage

Die 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 müssen nach außen aufschlagen und sind, sofern sie sich nicht innerhalb eines Gebäudes befinden, mit einem Türfeststeller auszurüsten. Türen 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.

Sämtliche Zugangstüren der Schaltanlage sind mit Schlössern des Netzbetreibers auszurüsten. Der Netzbetreiber stellt Schließzylinder mit seiner Schließung zur Verfügung. Für den Fall, dass der Einbau solcher Schlösser nicht möglich ist, muss mit dem Netzbetreiber eine gleichwertige Lösung vereinbart werden (z.B. Einsatz von Schlössern für zwei Schließzylinder haben sich bewährt).

Klimabeanspruchung und Belüftung

Eine ausreichende Be- und Entlüftung muss vorgesehen werden. Wenn nichts anderes vereinbart wird, sind folgende Klimaklassen einzuhalten:

- Die Raumtemperatur muss in dem Bereich +5°C bis max. +35°C liegen, wobei für Batterieräume und Räume für Sekundäranlagen die maximale Raumtemperatur bei +25° 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).

Die Belüftung der Transformatorenräume ist für die zu erwartende Verlustwärme der Summe der Transformatoren auszulegen, wobei später mögliche Erhöhungen der Transformatorleistungen zu berücksichtigen sind. Bei Innenraumanlagen sind getrennte Transformatorenräume vorzusehen. Die Zu- und Abluftöffnungen der Belüftungsanlage sind gemäß den technischen Vorgaben des Netzbetreibers als auch den behördlichen Auflagen zu realisieren.

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

Zum Anschluss ortsveränderlicher Verbraucher sind jeweils eine CEE-Steckdose 400 V / 16 A, eine CEE-Steckdose 400 V / 32 A sowie Schutzkontakt-Steckdosen 230 V / 16 A, 50 Hz zu installieren.

Die Beleuchtung ist an von Steckdosen getrennte Stromkreise anzuschließen. 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 muss bei Innenraumanlagen vorhanden sein.

Freileitungsportal

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

Kabellegung

Der Bereich der Kabeltrassen darf nicht überbaut werden und es dürfen keine tiefwurzelnden Pflanzen vorhanden sein. Für die Störungsbeseitigung müssen die Kabel jederzeit zugänglich sein.

Zur Einführung der Netzbetreiber-Kabel 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 der Kabeleinführungen einzusetzen. Ebenso hat die Ausführung von Kabelkanälen, Kabelschutzrohren, -pritschen sowie Kabelkellern, die Netzbetreiber-Kabel aufnehmen sollen, nach den Vorgaben des Netzbetreibers zu erfolgen. Auf die Biegeradien der Kabel sowie deren mechanischen Schutz ist zu achten.

7.2 Elektrischer Teil

7.2.1 Allgemeines

Die einzusetzenden Betriebsmittel sind mit dem Netzbetreiber rechtzeitig abzusprechen.

Hochspannungsschaltanlagen sind entsprechend den höheren Werten der Tabelle 2 nach DIN VDE 0101 zu isolieren. Die Schaltanlage ist mindestens für die nachfolgend angegebenen Kurzschlusswerte auszulegen. Die Schaltanlage ist mindestens für die thermischen und dynamischen Beanspruchungen am Netzanschlusspunkt auszulegen.

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

Netz-Nennspannung**	65 kV	220 kV
Höchste Spannung für Betriebsmittel**	$U_m = 123 \text{ kV}$	$U_m = 253 \text{ kV}$
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)	$I_K = 40 \text{ kA}$	$I_K = 63 \text{ kA}$
Stoßkurzschlussstrom	$I_p = 100 \text{ kA}$	$I_p = 160 \text{ kA}$
Bemessungsstrom	$I_r = 1250 \text{ A}$	$I_r = 3150 \text{ A}$

** Es ist zu bemerken, dass die angegebenen Nennspannungen der Luxemburger Netztopographie entsprechen und deshalb nicht mit denjenigen der VDE-TAB übereinstimmen.

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. Dies ist notwendig, um einen zukünftigen Ausbau des Netzes auf die Betriebsspannung 110 kV zu ermöglichen, dies zwecks entsprechender Leistungserhöhung und zwecks Anpassung an die vorherrschenden europäischen Spannungsstandards. Ausgenommen hiervon sind Leistungstransformatoren, Spannungswandler sowie Stromwandler in Freiluftanlagen, welche auf die aktuelle Netz-Nennspannung von 65 kV ($U_m = 72,5 \text{ kV}$) auszulegen sind.

Auf Anfrage stellt der Netzbetreiber dem Kunden zur Einstellung des kundeneigenen Schutzes und für Netzurückwirkungsbetrachtungen folgende Daten zur Verfügung:

- Anfangskurzschlusswechselstrom aus dem Netz des Netzbetreibers am Netzanschlusspunkt (ohne Berücksichtigung des Kurzschlussstrombeitrages der Erzeugungsanlagen);
- Die gesamte Fehlerabschaltzeit des Hauptschutzes aus dem Netz des Netzbetreibers am Netzanschlusspunkt.

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.

7.2.2 Schaltanlagen

Schaltung und Aufbau

Die Anbindung der Hochspannungsschaltanlage an das Hochspannungsnetz erfolgt über Übergabefelder mit Leistungsschalter(n). Die Bemessungsstromstärke der Übergabeleistungsschalter gibt der Netzbetreiber vor. Die Schaltgeräte in den Übergabeschaltfeldern müssen vor Ort zu betätigen sein. In jedem Schaltfeld muss ein gefahrloses Erden und Kurzschließen möglich sein.

Hochspannungsschaltanlagen sind entweder in Freilufttechnik oder bei einer Innenraum-anlage, 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

Schaltanlagen im Freileitungsnetz benötigen stets Überspannungsableiter. Diese sind vom Kunden zu liefern und einmal am Leitungseingang sowie des Weiteren auf der Primärseite des Leistungstransformators vorzusehen. Bei Innenraumstationen mit Kabelanschluss sind Überspannungsableiter lediglich auf der Primärseite des Leistungstransformators gefordert (siehe auch die Übersichtsschaltpläne im Anhang).

Kennzeichnung und Beschriftung

Die Schaltanlagen sind folgendermaßen zu kennzeichnen und zu beschriften:

- Alle Schaltfelder sowie Transformatorenräume sind gut lesbar, eindeutig und dauerhaft zu bezeichnen. Dies betrifft auch eventuell vorhandene Kabelböden oder Kabelkeller.
- Die Bezeichnungen der Eingangsschaltfelder werden vom Netzbetreiber vorgegeben.
- Die Eigentumsgrenze und Verfügungsbereiche zwischen Kundenanlage und Anlageteilen des Netzbetreibers sind zu kennzeichnen. Die Schaltstellung und die Bewegungsrichtung der Handantriebe der Schaltgeräte müssen eindeutig erkennbar und gleichartig sein.
- Erdungsschalter sind rot zu kennzeichnen.

Der Netzbetreiber gibt dem Kunden die erforderlichen Beschriftungen vor bzw. ist berechtigt, entsprechende Beschriftungen anzubringen.

Wandler

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

7.2.3 Sternpunktbehandlung

Die primärseitige als auch sekundärseitige Sternpunktbehandlung der Leistungs-transformatoren sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Die Rückwirkungen unsymmetrischer Fehler aus an das Hochspannungsnetz angeschlossenen Anlagen sind zu minimieren. Insbesondere dürfen keine Nullsystem-komponenten aus dem Netz des Anschlussnehmers übertragen werden.

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

7.2.4 Erdungsanlage

Die Erdungsanlage ist unter Berücksichtigung der Netzdaten des Netzbetreibers entsprechend DIN VDE 0101 und DIN VDE 0141 auszulegen. Die Einhaltung der zulässigen Berührungsspannung nach DIN VDE 0101 ist messtechnisch nachzuweisen. Das Ergebnis ist zu protokollieren und die Messprotokolle inklusiver Anlagen sind dem Netzbetreiber zu übergeben.

7.3 Sekundärtechnik

7.3.1 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 Schaltanlage entsprechende Leittechnik benötigt. Diese ist nach dem zum Zeitpunkt der Errichtung vom Netzbetreiber eingesetzten Leittechniksystem auszulegen. Die zu verwendenden Datenprotokolle für Netz und ggf. Betriebsführung werden vom Netzbetreiber festgelegt.

Bei einer Ringeinspeisung obliegen die Leitungsfelder dem Verfügungsbereich des Netzbetreibers und werden durch die netzführende Stelle des Netzbetreibers gesteuert. Folgende Meldungen und Messwerte sind zu übertragen:

- alle HS-Schaltgeräte als Schalter- und Trennerstellungs-Meldungen;
- die Meldungen Schutzanregung, Schutzauslösung, Schutz Blockade, Schutzstörung, Leistungsschalterfall, Steuerspannungsstörung, Netzspannung (min, max, AUS), Frequenz, Erdschlussrichtung rückwärts und Sicherheitsschalter Feld Ort/Fern sowie
- die Messwerte Spannung, Strom, Wirk- und Blindleistung.

Der Betrieb und die Überwachung sämtlicher Geräte der Sekundärtechnik der Leitungsfelder obliegen dem Netzbetreiber.

Von kundenseitigen Transformatorenabgangsfeldern sind folgende Meldungen und Messwerte zu übertragen:

- alle Schalter- und Trennerstellungs-Meldungen;
- die Meldungen Schutzanregung, Schutzauslösung, Schutz Blockade, Schutzstörung, Leistungsschalterfall des Reserve- und Frequenzschutzes, Lastabwurf,
- die Messwerte Spannung, Strom, Wirk- und Blindleistung. Diese sind vom Kunden zu erfassen bzw. kontinuierlich als Effektivwerte zu messen und für den Netzbetreiber bereitzustellen.
- die Stellung des Laststufenschalters, falls ein Regeltransformator vorhanden ist;
- der Betrieb und die Überwachung sämtlicher Geräte der Sekundärtechnik obliegen dem Kunden.

Es gelten die nachfolgend aufgeführten Grenzwerte:

- Spannung: Gesamtmessfehler $\leq 1\%$, empfohlener Schwellwert $1\%/2\text{ s}$;
- Strom, Wirk- und Blindleistung: Gesamtmessfehler $\leq 3\%$, empfohlener Schwellwert $3\%/5\text{ s}$.

Für Generatoranlagen gelten zusätzlich die in Kapitel 11 angegebenen Bedingungen.

7.3.2 Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung

Die Schaltanlage muss über eine Anlage mit 400/230 VAC für die Eigenbedarfs-Versorgung und eine Hilfsenergieversorgung verfügen. Für die Hilfsenergieversorgung sind zwei getrennte Batterien, eine für den Betrieb der Anlagenteile des Kunden (Transformatorenabgangsfelder) sowie die Zweite für die Anlagenteile (Leitungsfelder, Kuppelfelder und Übertragungstechnik) im Zuständigkeitsbereich des Netzbetreibers, erforderlich. Die Batteriespannung für die Zwecke des Netzbetreibers muss 125 VDC betragen. Als oberste bzw. unterste Spannungs-Grenzwerte sind 142 VDC bzw. 115 VDC einzuhalten. Wartung und Betrieb dieser Batterie fallen, zu Lasten des Kunden, unter den Zuständigkeitsbereich des Netzbetreibers. Die Kapazität ist so zu bemessen, dass bei fehlender Netzspannung die Anschlussanlage mit allen Kommunikations-, Schutz-, Sekundär- und Hilfseinrichtungen – inklusive Zähl- und Messeinrichtungen – mindestens acht Stunden betrieben werden kann. Der Betrieb der Schaltanlage ohne funktionstüchtige Batterie ist unzulässig.

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

Eigenbedarf und Hilfsenergie für sekundärtechnische Einrichtungen des Netzbetreibers stellt der Anschlussnehmer dem Netzbetreiber 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 Eigenbedarfes und der Hilfsenergieversorgung seiner Anlagenbereiche verantwortlich. Die Funktionsfähigkeit ist durch entsprechende Maßnahmen dauerhaft zu sichern, sowie in bestimmten Zeitabständen nachzuweisen und in einem Prüfprotokoll zu dokumentieren.

7.3.3 Schutzeinrichtungen

7.3.3.1 Allgemeines

Die folgenden Regelungen sind auf die spezifische Topologie des Luxemburger Hochspannungsnetzes angepasst und sind aus diesem Grunde nicht unbedingt identisch mit den entsprechenden VDE - TAB Regelungen.

Der Schutz ist für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb der Netze, der Anschlussanlage und der Erzeugungseinheiten von erheblicher Bedeutung. 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 Konzeption und Einstellwerte der Schutzeinrichtungen der Leitungsfelder, Sammelschienen inklusive des Reserveschutzes der Transformatorenabgangsfelder liegt beim Netzbetreiber.

Folgende Schutzeinrichtungen sind zu berücksichtigen:

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

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 vom Netzbetreiber vorgegeben, unter anderem um eine Selektivität mit den übergeordneten Leitungsfeldern zu gewährleisten.

Für jedes Transformatorenabgangsfeld ist entsprechend dem abgestimmten Schutzkonzept zum wirkenden Kurzschlusschutz ein Reserveschutz vorzusehen, welcher vom Netzbetreiber, zu Lasten des Kunden, eingestellt und geprüft wird.

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

Die Inbetriebnahme der Schutzsysteme der Leitungsfelder sowie des Reserveschutzes der Transformatorenabgangsfelder wird durch den Netzbetreiber in Anwesenheit des Kunden durchgeführt. Die Schutzeinstellung der Transformatorenabgangsfelder erfolgt durch den Kunden oder deren Anlagenbetreiber und ist von diesem zu dokumentieren.

Zur Sicherung der dauerhaften Funktionsfähigkeit sind die Schutzsysteme im Zuständigkeitsbereich des Kunden in regelmäßigen Abständen nach Vorgabe des Netzbetreibers auf Kosten des Anlagenbetreibers zu prüfen.

Für Schutzprüfungen sind Vorrichtungen wie z.B. Prüfklemmleisten und Prüfschalter nach Vorgaben des Netzbetreibers vorzusehen, um Schutzprüfungen ohne Ausklemmen von Drähten zu ermöglichen.

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 Richtlinie⁴ genügen.

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

7.3.3.2 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 Schutz-

³ Siehe Richtlinie „Digitale Schutzsysteme“, herausgegeben vom VDN

einrichtungen sind in einem getrennten Raum, welcher nur für den Netzbetreiber zugänglich sein darf, untergebracht.

7.3.3.3 Kurzschlusschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers

Die Kurzschlusschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers sind für das Abschalten von inneren oder äußeren Kurzschlüssen in der Kundenanlage erforderlich. Sie sind bereits in der Planungsphase gemeinsam mit dem Netzbetreiber in das Gesamtschutzkonzept des Netzbetreibers zu integrieren. 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 $t_f \leq 100$ ms,
- für Fehler auf der Unterspannungsseite des Transformators, auf der Mittelspannungs-Sammelschiene und im Nahbereich des angeschlossenen Mittelspannungsnetzes $t_f \leq 1$ s.

Folgende Schutzfunktionen sind am Netztransformator vorzusehen:

- Transformatorendifferentialschutz,
- UMZ-Schutz überspannungsseitig,
- AMZ- und UMZ-Schutz unterspannungsseitig.

7.3.3.4 Frequenzabhängiger Lastabwurf

Zur Vermeidung von Netzzusammenbrüchen gelten die Anforderungen der Transport-Netzbetreiber zum frequenzabhängigen stufenweisen Lastabwurf. Die Umsetzung erfolgt durch den Anschlussnehmer nach 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 150 ms 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.

7.3.3.5 Spannungsabhängiger Lastabwurf

Nicht benötigt

7.3.3.6 Blockieren des Laststufenschalters

Nicht benötigt

7.3.4 Schreiber zur Aufzeichnung von Störungen und zur Erfassung der Spannungsqualität

In der Schaltanlage sind, in Abstimmung mit dem Netzbetreiber, Schreiber zur Aufzeichnung von Störungen und zur Erfassung der Spannungsqualität zu installieren. Bei Ringeinspeisungen ein Schreiber je Leitungsfeld, bei einer Sticheinspeisung ist der Schreiber auf dem Transformatorenabgangsfeld gefordert. Die Störschreiber sind vom Kunden zu installieren. Die erforderlichen Spannungen und Ströme sind über die in der Schaltanlage installierten Messwandler zu erfassen. Die Schreiber in den Leitungsfeldern des Netzbetreibers müssen an die Netzleitstelle des Netzbetreibers angebunden sein. Die näheren technischen Einzelheiten der Kommunikationsanbindung sind mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren.

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

7.3.5 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.

8 Abrechnungsmessung

Allgemeines

Der Aufbau der Messeinrichtungen erfordert eine frühzeitige Abstimmung mit dem Netzbetreiber. Grundsätzliche Festlegungen, die über die folgenden Erläuterungen hinausgehen, können in der VDE-Anwendungsregel „Messwesen Strom - (Metering Code)⁴ nachgelesen werden.

Der Aufbau der Messeinrichtung (Verlegung der Messleitungen, Lieferung und Montage des Zählerschranks) erfolgt, zu Lasten des Kunden, durch den Netzbetreiber.

Die Zähleinrichtungen (Mess- und Steuer- sowie Kommunikationseinrichtungen) stellt der Netzbetreiber gegen ein monatliches Entgelt zur Verfügung. Sie bleiben Eigentum des Netzbetreibers. Wandler und gegebenenfalls zur Messeinrichtung gehörende Sicherungen und Trenner auf der Sekundärseite müssen entweder hinter mit Plomben versiegelbaren Abdeckungen oder hinter Schrank- oder Zellentüren angebracht werden, welche mit Schlössern des Netzbetreibers eigenen Schließsystems ausgerüstet sind. Die Abdeckungen und Türen zum Messraum hin dürfen nicht ohne Lösen der Plomben oder Öffnen des Schlosses entfernt oder geöffnet werden können. Die Einbauhöhe für Zähleinrichtungen von 0,80 m bis 1,80 m vom Fußboden ist einzuhalten.

Der Einbauort muss

- erschütterungsfrei und vor Schmutz, Witterungseinflüssen und gegen mechanische Beschädigungen geschützt sein;
- ausreichend beleuchtet sein;
- mit dem Netzbetreiber abgestimmt in den Planungsunterlagen eingetragen sein.

Vor dem Zählerschrank muss eine Bedienungs- und Arbeitsfläche mit einer Tiefe von mind. 1,20 m freigehalten werden.

Plombenverschlüsse dürfen ausschließlich durch die Beauftragten des Netzbetreibers angebracht oder entfernt werden. Sie dürfen durch Dritte nicht geöffnet werden.

Die Umgebungstemperatur am Anbringungsort der Zähler soll nicht unter +10°C absinken und nicht über +40°C ansteigen, um die Verkehrsfehlergrenzen einzuhalten.

Der Einbau der Abrechnungswandler zur Versorgung von Hochspannungskunden ist vorab im Einvernehmen mit dem Netzbetreiber festzulegen.

An die Zählerwicklung der Messwandler dürfen keine Betriebsgeräte des Kunden angeschlossen werden.

Der gewünschte Zeitpunkt zum Einbau der Messeinrichtung ist vom Errichter der Anlage rechtzeitig beim Netzbetreiber anzufordern.

Die Prüfung und die Inbetriebnahme erfolgen durch den Netzbetreiber.

In Sonderfällen kann eine erweiterte Messeinrichtung erforderlich werden. Auch dann sind alle Zähleinrichtungen möglichst an einem gemeinsamen Platz unterzubringen.

⁴ Siehe „VDE-AR-N-4400 Messwesen Strom – Metering Code“, herausgegeben vom VDE

Einrichtungen zur Datenfernübertragung

Der Netzbetreiber kann die Zählerstände mit einer Einrichtung zur Datenfernübertragung feststellen. Hierzu ist eine geeignete Datenübertragungsinfrastruktur in unmittelbarer Nähe der Zähleinrichtung bereitzustellen. Die näheren technischen Einzelheiten sind mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren.

9 Betrieb der Kundenanlage

9.1 Netzführung

Der Kunde ist dafür verantwortlich, dass die vereinbarte Anschlusswirkleistung P_{AV} sowie die vereinbarte Anschlusscheinleistung S_{AV} im Betrieb nicht überschritten werden.

Für den sicheren Betrieb und den ordnungsgemäßen Zustand der Kundenanlage ist der Anlagenbetreiber verantwortlich. Der Anlagenbetreiber beauftragt für alle hierzu benötigten Arbeiten und Aufgaben eine entsprechend qualifizierte Elektrofachkraft, die unter anderem über eine Schaltberechtigung verfügt.

Die Gesamtverantwortung für die Netzführung bis zur Verfügungsbereichsgrenze in der Schaltanlage obliegt dem Netzbetreiber. Die hierfür erforderlichen Schalthandlungen veranlasst die vom Netzbetreiber beauftragte netzführende Leitstelle bzw. führt diese aus.

Die im Verfügungsbereich des Netzbetreibers liegenden Betriebsmittel werden durch diesen aus- und freigeschaltet und ggf. geerdet. Die Kundenanlage kann vorübergehend zu reduzierter Leistungsaufnahme angehalten oder vom Netz getrennt werden im Fall von geplanten Abschaltungen von Netzbetriebsmitteln, von wartungs- und störungsbedingten Schaltzustandsänderungen sowie zur Vermeidung eines Netzzusammenbruchs; aber auch um eine unmittelbare Gefahr für Personen oder Einrichtungen abzuwenden.

Die Durchführung geplanter Abschaltungen erfolgt nach angemessener Vorankündigung seitens des Netzbetreibers.

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

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

Auf Anfrage des Netzbetreibers muss der Anlagenbetreiber seine bezogenen Wirkleistung kurzfristig reduzieren, unabhängig von einem allfällig vorhandenen frequenzabhängigen Lastabwurfschemas.

9.2 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 ausgehändigt wurde.

9.3 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).

Den Beauftragten des Netzbetreibers, die sich auf Verlangen ausweisen müssen, ist jederzeit, auch außerhalb der üblichen Geschäftszeiten, der ungehinderte Zugang (räumlich und zeitlich) zur Schaltanlage zu gewähren (z.B. durch ein Doppelschließsystem). Das Gleiche gilt, falls vorhanden, für separate Räume für die Mess-, Schutz- und Steuereinrichtungen. Den Fahrzeugen des Netzbetreibers muss die Zufahrt zur Schaltanlage jederzeit möglich sein.

9.4 Bedienung vor Ort

Die im Eigentum oder im Verfügungsbereich des Netzbetreibers stehenden Anlagenteile werden ausschließlich durch Beauftragte des Netzbetreibers bedient.

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

9.5 Instandhaltung

Dem Kunden obliegt die Instandhaltung der in seinem Eigentum stehenden oder ihm zur Nutzung überlassenen Anlagen- und Gebäudeteile. Er trägt die damit verbundenen Kosten.

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

9.6 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 Störungserklärung 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 Störungserklärung notwendigen Informationen sind zwischen dem Netzbetreiber und dem Kunden auszutauschen.

Störungen oder Unregelmäßigkeiten in der Schaltanlage, den angeschlossenen Leitungen, eventuellen Unterstationen und an den Leistungstransformatoren werden dem Netzbetreiber unverzüglich vom Kunden oder seinem Beauftragten gemeldet.

Nach Ausschaltung eines Schalters durch eine Schutzauslösung in einem Übergabe - Kundenabgangsfeld darf eine Wiedereinschaltung nur nach sachgerechter Klärung der Störungsursache und nach Rücksprache mit dem Netzbetreiber erfolgen.

10 Änderungen, Außerbetriebnahmen und Demontage

Plant der Kunde Änderungen an seiner Anlage oder die Außerbetriebnahme der Schaltanlage, so ist der Netzbetreiber möglichst frühzeitig von diesem Vorhaben schriftlich zu benachrichtigen. Dies gilt auch für eine vom Kunden geplante Änderung der Betriebsführung seiner Anlage und der Betriebsmittel der Schaltanlage, 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 Kunden rechtzeitig mit. Um die Betriebssicherheit der Kundenanlage zu erhalten, muss durch den Kunden eine Anpassung an den technischen Stand oder an geänderte Netzverhältnisse, z.B. an eine höhere Netzkurzschlussleistung, durchgeführt werden.

11 Erzeugungsanlagen ab 1 MW Anschlussleistung

11.1 Allgemeines

Erzeugungsanlagen, die an das Hochspannungsnetz 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 die Ströme ist - auch wenn die Klemmenspannungen nicht symmetrisch sind - das Mitsystem der Klemmenspannungen heranzuziehen.

Die folgenden Anforderungen gelten nur für Erzeugungsanlagen, bei denen der maximale Wirkleistungsbezug nicht größer als 10% der vereinbarten Anschlusswirkleistung P_{AV} der gesamten Kundenanlage ist (reine Erzeugungsanlage). Für gemischte Kundenanlagen (Verbrauch und Erzeugung), an deren kundeneigenem Netz Erzeugungsanlagen angeschlossen sind, gelten die Anforderungen dieser Anwendungsregel "TAB Hochspannung" als erfüllt, wenn die technischen Anforderungen der jeweiligen Spannungsebene des Anschlusspunktes der Erzeugungsanlagen eingehalten werden.

ANMERKUNG: Zur Zeit der Veröffentlichung sind dies im Falle Hochspannung die vorliegenden "Technische Anschlussbedingungen für Hochspannungsschaltanlagen im Großherzogtum Luxemburg (TAB Hochspannung)", im Falle 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".

Die Anforderungen dieser Regeln können auch durch den Anschluss von Zusatzgeräten (wie z. B. FACTS, etc.) erbracht werden, die dann Bestandteil der Erzeugungsanlagen sind.

Sofern die installierte Wirkleistung P_{inst} der Erzeugungsanlage größer als die vereinbarte Anschlusswirkleistung P_{AV} ist, so ist bei allen weiteren Anschlussbedingungen als Bezugsgröße die vereinbarte Anschlusswirkleistung P_{AV} zu wählen.

Der Netzbetreiber greift nicht in die Steuerung der Erzeugungsanlagen ein. Er ist lediglich für die Signalgebung verantwortlich.

Erzeugungsanlagen müssen sich je nach installierter Wirkleistung auf unterschiedliche Weise während der Netzeinspeisung an der Spannungs- und Frequenzhaltung beteiligen.

Dabei wird zwischen statischer Spannungshaltung und dynamischer Netzstützung unterschieden.

11.2 Verhalten der Erzeugungsanlage am Netz

11.2.1 Quasistationärer Betrieb

In dem gesamten Arbeitsbereich (siehe untenstehende Tabellen) von 47,5 Hz bis 51,5 Hz und von $0,85$ bis $1,150 \cdot U_n$ müssen die Erzeugungsanlagen im quasistationären Betrieb in der Lage sein, sich während der vorgegebenen Zeit nicht vom Netz zu trennen. Der quasistationäre Betrieb ist definiert durch einen Spannungsgradienten von $< 5\% U_n/\text{min}$ und einen Frequenzgradienten von $< 0,5\% f_n/\text{min}$.

Unter Vorbehalt der unter 11.2.2 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.

11.2.2 Funktionsfrequenzbereich für Erzeugungsanlagen über 1 MW

Frequenzbereich	Zeitdauer
47.5 Hz – 48.5 Hz	Minimum 30 Minuten
48.5 Hz – 49.0 Hz	Minimum 30 Minuten
49.0 Hz – 51.0 Hz	unbegrenzt
51.0 Hz – 51.5 Hz	Minimum 30 Minuten

11.2.3 Funktionsspannungsbereich für Erzeugungsanlagen

Für Erzeugungsanlagen über 1 MW gilt der Spannungsbereich $U_n \pm 12\%$ mit möglichen Spannungsgradienten von $\geq 5\% U_n/\text{min}$.

Für Erzeugungsanlagen über 75 MW gelten die Werte der untenstehenden Tabelle.

Spannungsbereich (bezogen auf U_n)	Erforderte Betriebszeit
0,850 - 0,900	60 Minuten
0,900 - 1,118	unbegrenzt
1,118 - 1,150	Minimum 20 Minuten

Bei quasistationären Netzspannungen unter $85\% \cdot U_n$ darf eine Trennung der Erzeugungsanlage vom Netz erfolgen.

Bei Spannungen außerhalb des Spannungsbereichs von $0,9$ bis $1,118 \cdot U_n$ und der Gefahr der Überlastung von Betriebsmitteln in der Erzeugungsanlage dürfen diese die Wirkleistung reduzieren, um die Erzeugungsanlage in dieser außergewöhnlichen Situation möglichst lange am Netz zu halten und das Netz zu stützen.

11.2.4 Polrad- bzw. Netzpendelungen

Bei Verlust der statischen oder der transienten Stabilität müssen sich Erzeugungseinheiten automatisch vom Netz trennen.

11.2.5 (Netz-) Inselbetriebsfähigkeit

Die Inselbetriebsfähigkeit der Erzeugungsanlage stellt keine Mindestanforderung in Luxemburg dar. Erzeugungsanlagen, die zum Zwecke der temporären Inselbetriebsfähigkeit errichtet werden, müssen die Frequenz regeln können. Bei Leistungsüberschuss muss jede Erzeugungseinheit bis zur Mindestleistung entlastet werden können.

11.2.6 Schwarzstartfähigkeit

Die Schwarzstartfähigkeit der Erzeugungsanlage stellt keine allgemeine Mindestanforderung in Luxemburg dar. Bei speziellen Netzkonfigurationen, deren Beurteilung dem alleinigen Ermessen des Netzbetreibers unterliegt, kann die Schwarzstartfähigkeit erfordert werden. In diesem Fall sind Art und Umfang der Schwarzstartfähigkeit zwischen Anlagen- und Netzbetreiber individuell zu vereinbaren.

11.2.7 Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung

11.2.7.1 Allgemeine Randbedingungen

Unter der statischen Spannungshaltung ist die geregelte Bereitstellung von Blindleistung durch eine Erzeugungsanlage zur Spannungshaltung im Hochspannungsnetz für den normalen Betriebsfall zu verstehen.

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).

Die Netztransformatoren der Erzeugungsanlagen müssen mit einem unter Last stufbaren Stufenschalter ausgestattet sein. Die Übersetzungsverhältnisse und die Stufenstellbereiche sind so auszulegen, dass über den gesamten Bereich der betrieblich zulässigen Spannung die Anforderungen an das Blindleistungsverhalten am Netzanschlusspunkt erfüllt werden können.

Jeder vom Netzbetreiber vorgegebene Sollwert für Blindleistungsbereitstellung muss innerhalb von vier Minuten angefahren und beliebig lange betrieben werden können. Änderungen der Blindleistungsbereitstellung innerhalb des vereinbarten Blindleistungsbereiches müssen jederzeit möglich sein. Der Nachweis ist mindestens im Betriebspunkt $P_{\text{nom}} = P_{\text{inst}}$ und bei Mindestleistung zu erbringen.

ANMERKUNG: Innerhalb von 4 Minuten kann ein 65 oder 220 kV/MS-Transformator mit Stufensteiler und automatischer Spannungsreglung den gesamten Spannungsstellbereich durchfahren, so dass sich spätestens nach 4 Minuten die geregelte Spannung auf der MS-Seite einstellt. Während der Trafostufenregelung ist eine temporäre Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung zugunsten der Blindleistungsbereitstellung zulässig. Die Dimensionierung der Erzeugungsanlage hinsichtlich der geforderten Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt liegt in der Verantwortung des Anschlussnehmers.

ANMERKUNG: Beim Schalten von Kompensationsanlagen darf ein maximaler Spannungssprung von 0,5% nicht überschritten werden. Hierbei wird von einem konstanten Übersetzungsverhältnis des Transformators ausgegangen.

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.

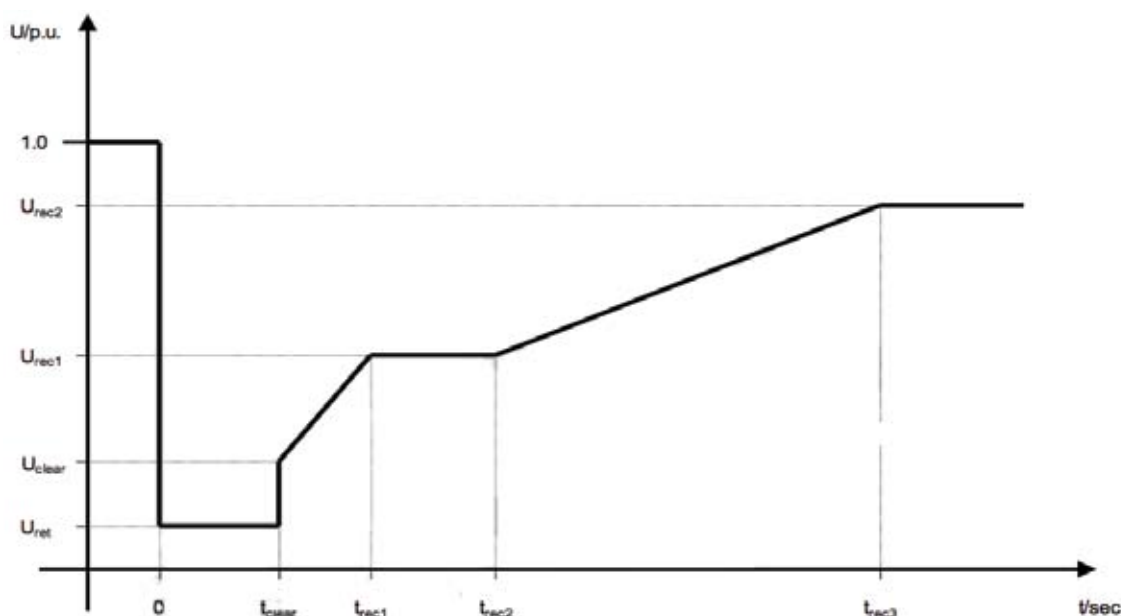
Darüber hinaus gelten die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Mindestanforderungen für die Erzeugungsanlage.

11.2.8 Dynamische Netzstützung

Ziel der dynamischen Netzstützung ist es, eine ungewollte Abschaltung von Erzeugungsleistung und damit eine Gefährdung der Netzstabilität zu verhindern.

Erzeugungsanlagen müssen sich an der dynamischen Netzstützung beteiligen. Dies bedeutet, dass Erzeugungsanlagen in der Lage sein müssen, alle vier folgenden Anforderungen zu erfüllen. Diese Anforderungen gelten für alle Fehlerarten (also für alle 2-poligen Fehler und 3-poligen Fehler und je nach Sternpunktbehandlung auch für einpolige Fehler):

- Sie dürfen sich bei Spannungseinbrüchen im Netz innerhalb der vorgegebenen Grenzen nicht vom Netz trennen.
- Sie müssen während eines Netzfehlers die Netzspannung durch Einspeisung eines induktiven Blindstromes (Übererregung) stützen. Die Blindstromeinspeisung durch die Erzeugungseinheit hat entsprechend der Fehlerart nicht nur im Mitsystem, sondern auch im Gegensystem zu erfolgen (Anmerkung: Für den Fall, dass diese Eigenschaften nicht in der Erzeugungseinheit erbracht werden, ist es alternativ möglich, sie durch andere Komponenten - z.B. FACTS- zentral oder dezentral zu erbringen).
- Sie müssen durch eine schnelle Spannungsregelung die Rückkehr der Netzspannung nach Fehlerklärung in den zulässigen Bereich unterstützen.
- Sie müssen mindestens 4 Spannungseinbruchkurven, wie im Bild unten beschrieben, (Fault-Ride-Through-Kurven) hintereinander durchfahren, ohne sich wegen thermischer Überlastung endgültig vom Netz zu trennen.



11.2.8.1 Für Erzeugerleistungen über 75 MW gelten folgende Parameter:

Für Synchronmaschinen:

Spannungsniveau (auf U_0 bezogen)		Zeitdauer (s)	
U_{ret}	0	t_{clear}	0,150
U_{clear}	0,25	t_{rec1}	t_{clear}
U_{rec1}	0,7	t_{rec2}	t_{rec1}
U_{rec2}	0,9	t_{rec3}	1,5

Für andere Anlagentypen:

Spannungsniveau (auf U_0 bezogen)		Zeitdauer (s)	
U_{ret}	0	t_{clear}	0,150
U_{clear}	U_{ret}	t_{rec1}	t_{clear}
U_{rec1}	U_{clear}	t_{rec2}	t_{rec1}
U_{rec2}	0,85	t_{rec3}	3

11.2.8.2 Für Erzeugungsanlagen unter 75 MW gelten vereinfachte Bedingungen:

Für Synchronmaschinen:

Spannungsniveau (auf U_0 bezogen)		Zeitdauer (s)	
U_{ret}	0,25	t_{clear}	0,15
U_{clear}	0,85	t_{rec1}	t_{clear}
U_{rec1}	U_{clear}	t_{rec2}	0,7
U_{rec2}	0,9	t_{rec3}	1,5

Für andere Anlagentypen:

Spannungsniveau (auf U_0 bezogen)		Zeitdauer (s)	
U_{ret}	0,15	t_{clear}	0,15
U_{clear}	U_{ret}	t_{rec1}	t_{clear}
U_{rec1}	U_{clear}	t_{rec2}	t_{rec1}
U_{rec2}	0,85	t_{rec3}	3

Die Fault-Ride-Through-Kurve stellt die untere begrenzende Kurve für beliebige Spannungsverläufe $U(t)$ am Netzanschlusspunkt für den Fehlerzeitraum und den Nach-Fehlerzeitraum dar.

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

Kundenanlagen mit Erzeugungsanlagen, die auf Grund einer vertraglichen Vereinbarung mit dem Netzbetreiber bei Störungen im vorgelagerten Netz zur Deckung des eigenen Energiebedarfes in den Inselbetrieb gehen, müssen sich bis zur Trennung der Kundenanlage vom Hochspannungsnetz des Netzbetreibers an der Netzstützung beteiligen.

Allgemein gilt hinsichtlich des Verbleibens der Erzeugungsanlage am Netz:

Spannungseinbrüche auf Werte oberhalb der im obigen Bild dargestellten Grenzkurven 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: Im Grenzbereich der Stabilität kommt es auf Grund der dynamischen Wechselwirkungen zwischen Generator und Netz zu einem über die Fehlerdauer hinaus andauernden Spannungseinbruch an den Generatorklemmen und im Eigenbedarf der Erzeugungseinheit. Dies muss bei der Auslegung der Eigenbedarfsversorgung berücksichtigt werden, so dass die obige Forderung erfüllt wird.

Zur Beurteilung des Anlagenverhaltens ist jeweils die kleinste der drei Leiter-Spannungen heranzuziehen.

ANMERKUNG 1:

Einpolige Netzfehler sind in der Regel für die Stabilität von Erzeugungseinheiten nicht kritisch und werden daher hier nicht betrachtet.

ANMERKUNG 2:

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

Für Erzeugungsanlagen sind ab einer vereinbarten Anschlusswirkleistung $P_{AV} > 75$ MW Einrichtungen zur Dämpfung von Polradpendelungen vorzusehen. Die Aktivierung und die Einstellung der Pendeldämpfungsgeräte werden 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.

11.2.9 Wirkleistungsabgabe

Erzeugungsanlagen müssen mit reduzierter Leistungsabgabe betrieben werden können. Unter Anderem in folgenden Fällen ist der Netzbetreiber berechtigt, eine vorübergehende Begrenzung der Wirkleistungsabgabe bzw. die Anlagenabschaltung zu verlangen und vorzunehmen:

- Potenzielle Gefahr für den sicheren Systembetrieb,
- Engpässe bzw. Gefahr von Überlastungen im Netz des Netzbetreibers,
- Gefahr einer Inselnetzbildung,
- Gefährdung der statischen oder der dynamischen Netzstabilität,
- Systemgefährdender Frequenzanstieg,
- Instandsetzungen bzw. Durchführung von Baumaßnahmen,
- Resynchronisation von Teilnetzen,
- Im Rahmen des Netzsicherheitsmanagements.

Das Herunterfahren der Leistung auf 0 muss innerhalb 5 s nach Aktivierung eines entsprechenden digitalen Meldesignals seitens des Netzbetreibers erfolgen.

Zulässige Einschränkungen der Wirkleistungslieferung bei Frequenzen unterhalb der Nennfrequenz und geforderte Wirkleistungsreduzierung bei Frequenzen oberhalb der Nennfrequenz sind in Kapitel 11.2.11 genauer beschrieben.

11.2.10 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 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.

Die Erzeugungsanlagen müssen die Reduzierung der Leistungsabgabe auf den jeweiligen Leistungswert - im Extremfall von 100% P_{AV} auf 0% P_{AV} - innerhalb von maximal einer Minute vornehmen.

11.2.11 Wirkleistungsanpassung bei Frequenzabweichungen

Bei Frequenzen zwischen 47,5 Hz und 51,5 Hz ist eine automatische Trennung vom Netz infolge einer Frequenzabweichung nicht zulässig.

Für Anlagen über 50 MW Einspeiseleistung gelten folgende Regelungsmoden der Wirkleistung in Funktion der Frequenz, die von Erzeugungseinheiten bei quasistationären Abweichungen der Frequenz von der Nennfrequenz beherrscht werden müssen.

Die Begriffe "Abfall" bzw. "Steigung" sind dabei definiert als das Verhältnis der stationären Leistungsänderung (bezogen auf die Anschlusswirkleistung P_{AV}) zur stationären Frequenzänderung (bezogen auf die nominale Frequenz).

- Überfrequenzmodus - begrenzt (LFSSM-O-Modus): Ab einer Schwelle f_1 , einstellbar zwischen und einschließlich 50,2 Hz und 50,5 Hz: Wirkleistungsreduktion bei steigender Frequenz bis herab zur Minimalkapazität mit einem einstellbaren Abfall von 25% /% entsprechend der Abbildung unten:

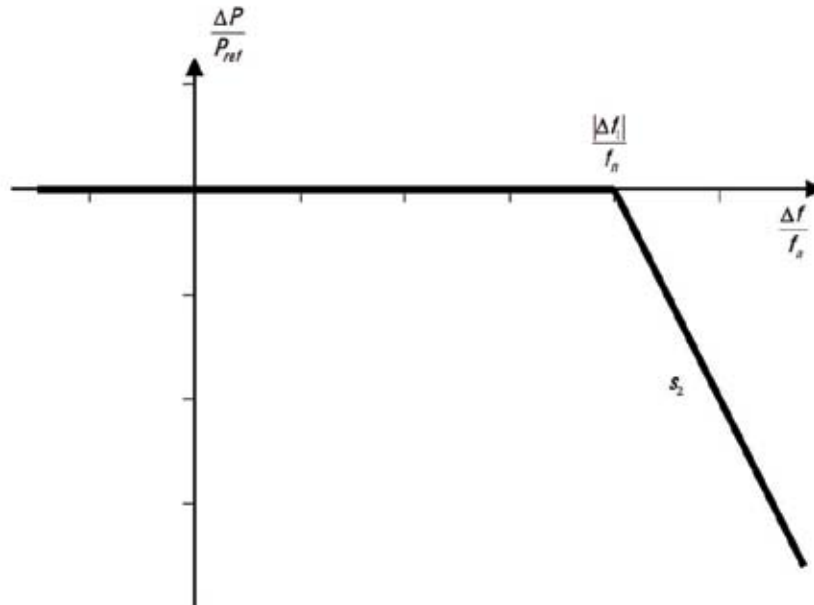


Abbildung: Erforderlicher Wirkleistungs-Frequenzgang von Stromerzeugungsmodulen im LFSM-O - Modus. P_{ref} bezeichnet die Nennwirkleistung (Maximalleistung bei Synchronmaschinen, Maximal-oder Momentanleistung bei anderen Erzeugern entsprechend Netzbetreiber Vorgabe), auf die ΔP bezogen ist. ΔP bezeichnet die Wirkleistungsänderung des Stromerzeugers; f_n die Nennfrequenz (50 Hz) des Netzes und Δf die Frequenzänderung im Netz. Bei Überfrequenzen oberhalb des Schwellwertes Δf_1 muss der Stromerzeuger einen frequenz-abhängigen Rückgang der Wirkleistungsabgabe mit Abfall s_2 zeigen.

- Für Erzeuger ab 50 MW: Frequenzmodus - symmetrisch (FSM): Im FSM-Modus muss der Stromerzeuger bei Frequenzabweichungen in der Lage sein, die Leistung bis zur Maximalleistung zu erhöhen oder bis zur Minimalleistung zu vermindern und dies entsprechend der Abbildung unten:

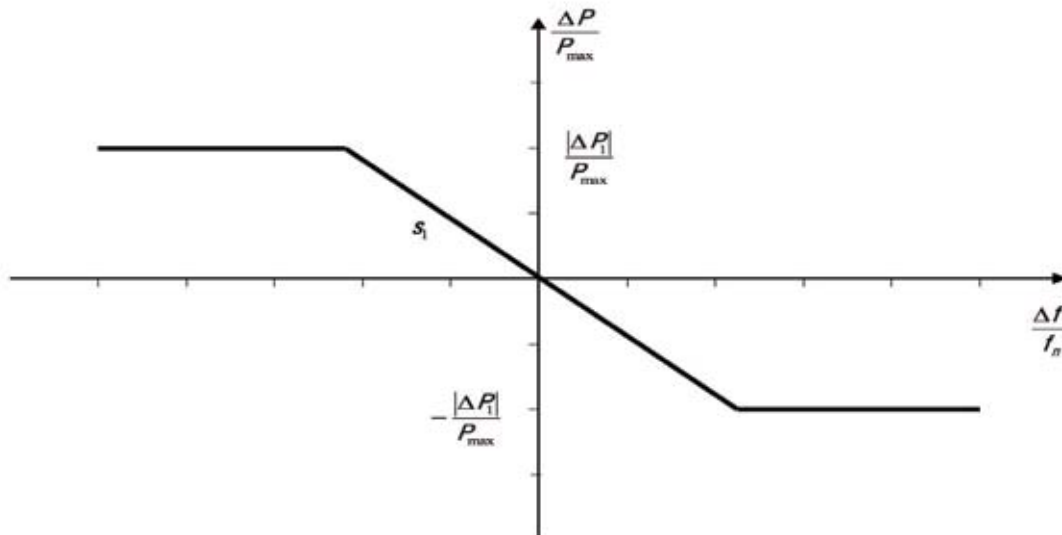


Abbildung: Wirkleistungsfrequenzgang von Generatoranlagen im FSM-Modus: Veranschaulicht ist der Fall von Null Hysterese, null Totband und unendlicher Frequenzauflösung. P_{max} ist die maximale Kapazität, auf die ΔP bezogen ist. ΔP ist die Änderung der Wirkleistung des Stromerzeugers; f_n ist die Nennfrequenz (50 Hz) des Netzes und Δf ist die Frequenzabweichung im Netz

Parameter	Bereich
Wirkleistungsbereich bezogen auf Maximalleistung $ \Delta P_i / P_{\max}$	8%
Frequenzunempfindlichkeit $ \Delta f_i $	10 mHz
Frequenzantwort Totband $ \Delta f_i / f_n$	0,02%
Abfall S_1 $ \Delta P_i / P_{\max} / \Delta f_i / f_n$ in %/%	25

- Für Erzeuger ab 50 MW: Unterfrequenzmodus - begrenzt (LFSM-U-Modus): Bei einem Schwellenwert TI, einstellbar zwischen und einschließlich 49,8 Hz und 49,5 Hz: Wirkleistungserhöhung bei fallender Frequenz bis zur maximalen Kapazität mit einer einstellbaren Steigung von 25% /%

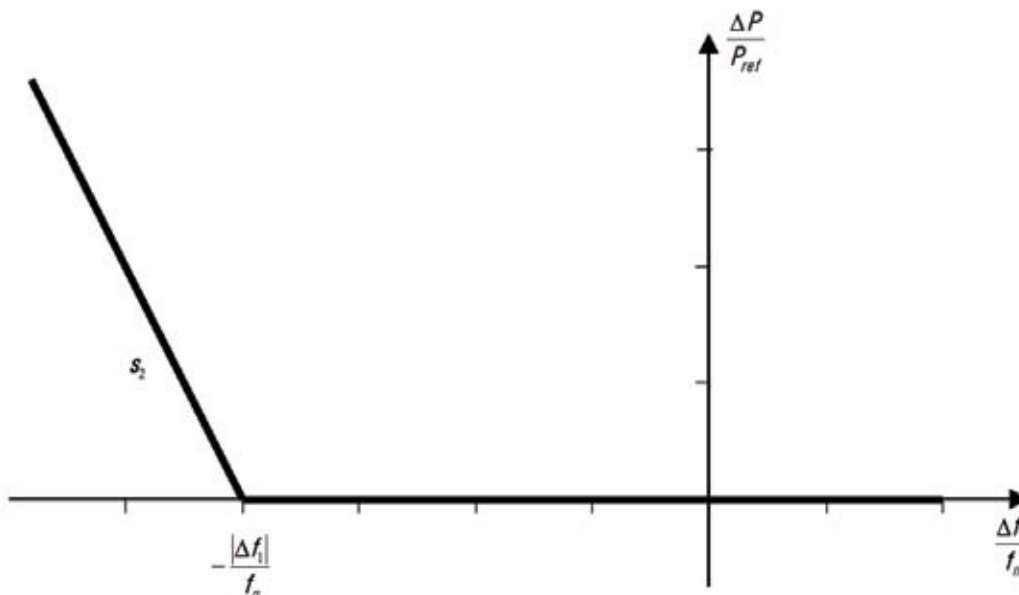
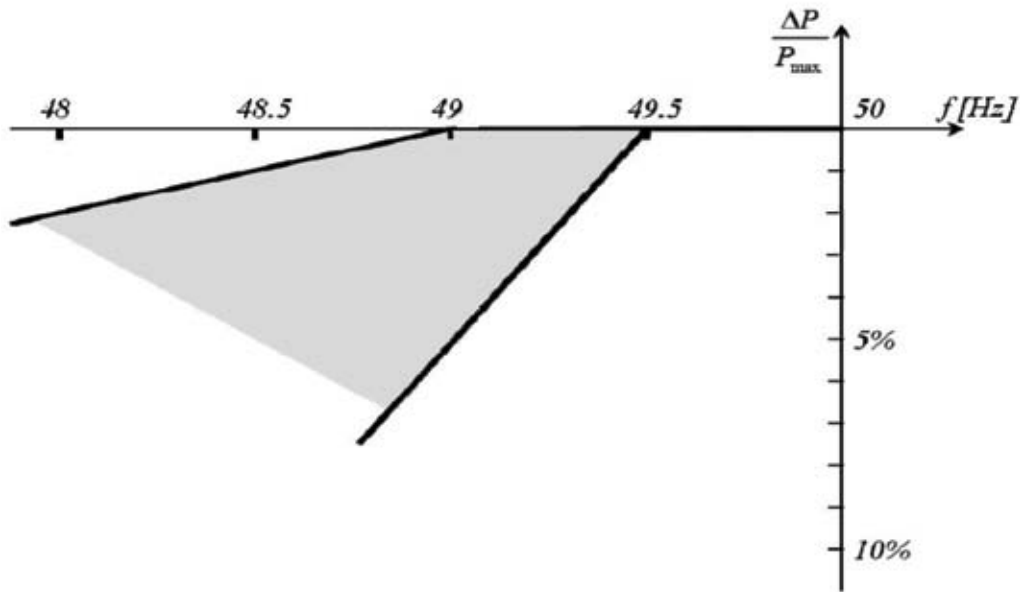


Abbildung: Erforderlicher Wirkleistungs-Frequenzgang von Stromerzeugungsmodulen im LFSM-U - Modus. P_{ref} bezeichnet die Nennwirkleistung (Maximalleistung bei Synchronmaschinen, Maximal-oder Momentanleistung bei anderen Erzeugern entsprechend Netzbetreiber Vorgabe), auf die ΔP bezogen ist. ΔP bezeichnet die Wirkleistungsänderung des Stromerzeugers; f_n die Nennfrequenz (50 Hz) des Netzes und Δf die Frequenzänderung im Netz. Bei Unterfrequenzen unterhalb des Schwellenwertes Δf_1 muss der Stromerzeuger eine frequenz-abhängige Zunahme der Wirkleistungsabgabe mit Abfall S_2 zeigen.

- "Nullmodus": Ohne gezielte frequenzabhängige Wirkleistungssteuerung: Ein durch den Netzbetreiber definierter Wirkleistungsabfall ab Maximalleistung ist zulässig mit einer maximalen Rate innerhalb der Grenzen, die von den durchgezogenen Linien in der Abbildung unten angegeben sind:
 - Unterhalb 49 Hz: Abfallend mit einer Reduktionsrate von 2% der Maximalleistung bei 50 Hz pro 1 Hz Frequenzabfall
 - Unterhalb 49,5 Hz: Abfallend mit einer Reduktionsrate von 10% der Maximalleistung bei 50 Hz pro 1 Hz Frequenzabfall



Kleinere Erzeugungsanlagen unterhalb 50 MW brauchen nur die "Nullmodus" - und die Überfrequenzmodus - begrenzt (LFSM-O-Modus) - Bedingungen zu erfüllen.

Bei Netzfrequenzen $> 51,5$ Hz kann sich die Erzeugungsanlage sofort vom Netz trennen.

Die Erzeugungsanlagen müssen mit einer Logik-Schnittstelle (Eingangs-Port) versehen sein, so dass innerhalb von 5 Sekunden nach Signalgabe des Netzbetreibers, die Wirkleistungsabgabe auf Null gefahren werden kann. Der Netzbetreiber hat das Recht, Mindestanforderungen an Geräte zur Fernsteuerungsfähigkeit der Anlage festzulegen.

Der Transportnetzbetreiber definiert die Bedingungen, unter denen die Erzeugeranlagen fähig sein müssen, eine automatische Netzsynchronisation und -verbindung herzustellen.

Diese Bedingungen betreffen unter anderem:

- den Frequenzbereich, innerhalb dessen eine automatische Verbindung zulässig ist, und die entsprechende Verzögerungszeit;
- die maximal zulässige Steigerungsrate der Wirkleistungsabgabe.

11.2.12 Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungsanlage

Durch den Betrieb einer Erzeugungsanlage wird der Kurzschlussstrom des Netzes, insbesondere in der Umgebung des Netzanchlusspunktes, um den Kurzschlussstrom der Erzeugungsanlage erhöht. Die Angabe der zu erwartenden Kurzschlussströme der Erzeugungsanlage am Netzanchlusspunkt hat daher mit dem Antrag zum Netzanschluss zu erfolgen. Für die Ermittlung der Beanspruchung der Betriebsmittel sind anzugeben:

- Anfangs-Kurzschlusswechselstrom I_k''
- Kurzschlusswechselstrom I_k
- Stoßkurzschlussstrom I_p

Die aus dem Hochspannungsnetz kommenden Anteile des Kurzschlussstroms werden nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) berechnet. Die von der Erzeugungsanlage verursachten Anteile des Kurzschlussstroms sind für die Erzeugungseinheit im vom Hersteller ausgestellten Einheitenzertifikat anzugeben:

- Anteil der Erzeugungseinheit I_{kE}'' am Anfangs-Kurzschlusswechselstrom: Der Beitrag der Erzeugungsanlage ist überschlägig gleich der arithmetischen Summe der Anteile aus den Erzeugungseinheiten:

$$I_{kA}'' = \sum_{i=1}^n I_{kEi}''$$

- Anteil der Erzeugungseinheit I_{kE} am Kurzschlusswechselstrom: Der Beitrag der Erzeugungsanlage ist überschlägig gleich der arithmetischen Summe der Anteile aus den Erzeugungseinheiten:

$$I_{kA} = \sum_{i=1}^n I_{kEi}$$

- Anteil der Erzeugungseinheit I_{pE} zum Stoßkurzschlussstrom: Der Beitrag der Erzeugungsanlage ist überschlägig gleich der Summe der Anteile aus den Einheiten:

$$I_{pA}'' = \sum_{i=1}^n I_{pEi}''$$

Die Kurzschlussstrombeiträge des Hochspannungsnetzes und der Erzeugungsanlage dürfen die genormten Bemessungswerte der Betriebsmittel nach DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100) nicht überschreiten.

Überschlägig können zur Abschätzung des Anfangs-Kurzschlusswechselstroms I_{kE}'' einer Erzeugungsanlage folgende Werte angenommen werden:

- bei Synchrongeneratoren das 8-fache,
- bei Asynchrongeneratoren das 6-fache,
- bei doppelt gespeisten Asynchrongeneratoren des 3-fache,
- bei Generatoren mit Vollumrichtern das 1-fache

des Bemessungsstromes.

Überschlägig können zur Abschätzung des Kurzschlusswechselstroms I_{kE} einer Erzeugungsanlage folgende Werte angenommen werden:

- bei Synchrongeneratoren das 5-fache,
- bei Asynchrongeneratoren das 5-fache,
- bei doppelt gespeisten Asynchrongeneratoren des 1-fache,
- bei Generatoren mit Vollumrichtern das 1-fache des Bemessungsstromes.

Überschlägig können zur Abschätzung des Stoßkurzschlussstroms I_{pE} einer Erzeugungsanlage folgende Werte angenommen werden (Bezug: Bemessungsstrom):

- bei Synchrongeneratoren das 20-fache,
- bei Asynchrongeneratoren und das 12-fache,
- bei doppelt gespeisten Asynchrongeneratoren das 8-fache,
- bei Generatoren mit Vollumrichtern das 2-fache.

Präzisere Werte für den Anfangs-Kurzschlussstrom I_{kE+} , den Kurzschlussstrom I_{kE} und den Stoßkurzschlussstrom I_{pE} sind in den Einheiten-Zertifikaten des Herstellers angegeben oder können aus den technischen Angaben der Hersteller berechnet werden.

Wird durch die Erzeugungsanlage der Kurzschlussstrom im Hochspannungsnetz über den Bemessungswert erhöht, so sind zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer geeignete Maßnahmen, wie z.B. die Begrenzung des Kurzschlussstromes aus der Erzeugungsanlage, zu vereinbaren.

11.3 Synchronmaschinen: Verhalten am Netz

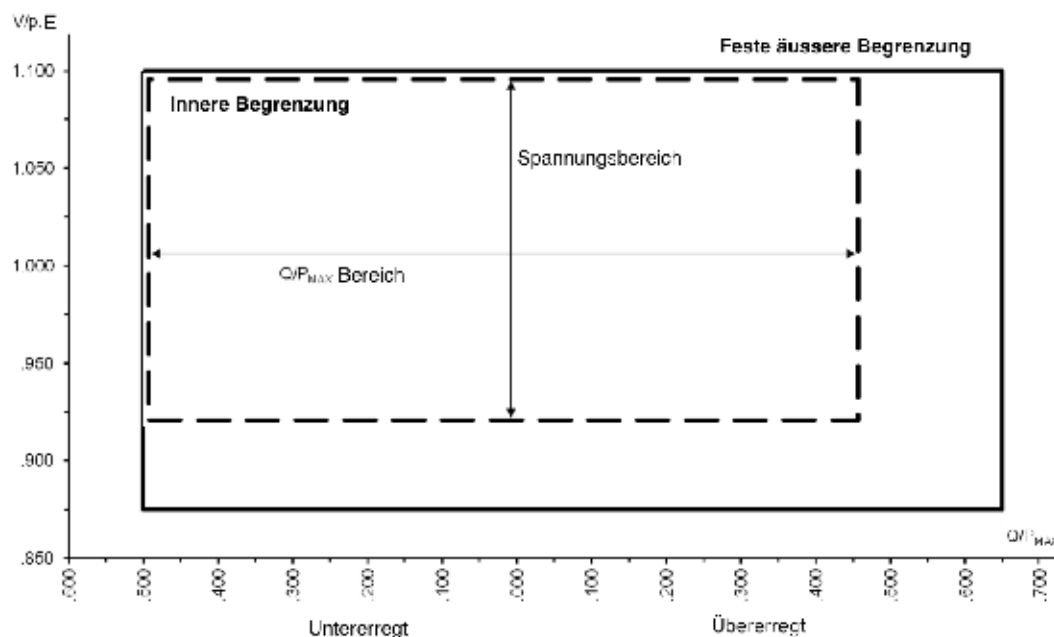
Die folgenden Bedingungen gelten zusätzlich zu den unter Abschnitt 10.2. genannten Anforderungen

11.3.1 Blindleistungsbereitstellung bei Volllast $P_{b\text{ inst}}$

Die in Betrieb befindliche Wirkleistung $P_{b\text{ inst}}$ ist die Summe der Nennleistungen aller sich generatorisch in Betrieb befindenden Erzeugungseinheiten. Gegenüber der betriebsbereiten installierten Wirkleistung $P_{bb\text{ inst}}$ sind die Erzeugungseinheiten ausgenommen, die zwar betriebsbereit sind, aber keine Wirkleistung einspeisen.

Jede anzuschließende Erzeugungsanlage muss die folgenden Anforderungen an die Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt erfüllen:

Die Anlage muss in der Lage sein, jeden vom Netzbetreiber angeforderten Betriebspunkt innerhalb des vom Netzbetreiber vorgegebenen und von der Anlage erreichbaren U - Q / P_{max} Profils (innere Begrenzung in untenstehendem Schema) in angemessener Zeit zu erreichen. Dieses Profil liegt dabei stets innerhalb der festen äußeren Begrenzung.



Die Notwendigkeit zur Fähigkeit der Blindleistungsbereitstellung gilt an der Anschlussstelle. Für nicht-quadratische Profile stellt der Spannungsbereich die höchsten und niedrigsten Werte dar. Der volle Blindleistungsbereich braucht deshalb nicht für den vollen Spannungsbereich zur Verfügung zu stehen.

Maximalregelbereich von Q/P_{\max}	Maximaler Bereich der stationären Spannungsabweichung in%
0,95	22,5

11.3.2 Blindleistungsbereitstellung bei Teillast (unterhalb von $P_{b\text{ inst}}$)

Neben den Anforderungen für die Blindleistungsbereitstellung im Betriebspunkt $P_{b\text{ inst}}$ der Erzeugungsanlage ($P_{\text{mom}} = P_{b\text{ inst}}$) bestehen auch Anforderungen an den Betrieb mit einer momentanen Wirkleistung P_{mom} die kleiner als $P_{b\text{ inst}}$ ist.

Bei Betrieb unterhalb der maximalen Kapazität ($P < P_{\max}$) muss die Anlage in der Lage sein, in jedem beliebigen Arbeitspunkt ihres P-Q Diagramms bis mindestens zum minimalen stabilen Maschinenbetriebspunkt zu funktionieren.

Auch bei reduzierter Wirkleistungsabgabe muss die Blindleistungsabgabe an der Anschlussstelle voll der Bandbreite der Generatoreigenen P-Q Diagramme entsprechen, unter Berücksichtigung der Hilfsspannungsquellen sowie der Wirk- und Blindleistungsverluste des Maschinentransformators.

Für den Betrieb im Teillastbereich zwischen $0\% P_{\text{mom}}/P_{b\text{ inst}} < 10\%$ bestehen keinerlei Mindestanforderungen an die Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt. Ist für eine Erzeugungsanlage oder für einzelne Erzeugungseinheiten einer Erzeugungsanlage eine Mindestleistung vereinbart, so bestehen bei einem Betrieb im Wirkleistungsbereich zwischen 0% und Mindestleistung keinerlei Mindestanforderungen an die Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt.

Die Erzeugungsanlage darf in diesem Bereich nicht mehr Blindleistung als maximal 5% des Betrages der vereinbarten Anschlusswirkleistung P_{AV} aufnehmen oder liefern, sofern die Erzeugungsanlage in diesem Bereich nicht mit einer Regelung der zur Verfügung stehenden Blindleistung nach 11.3.3 betrieben wird.

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

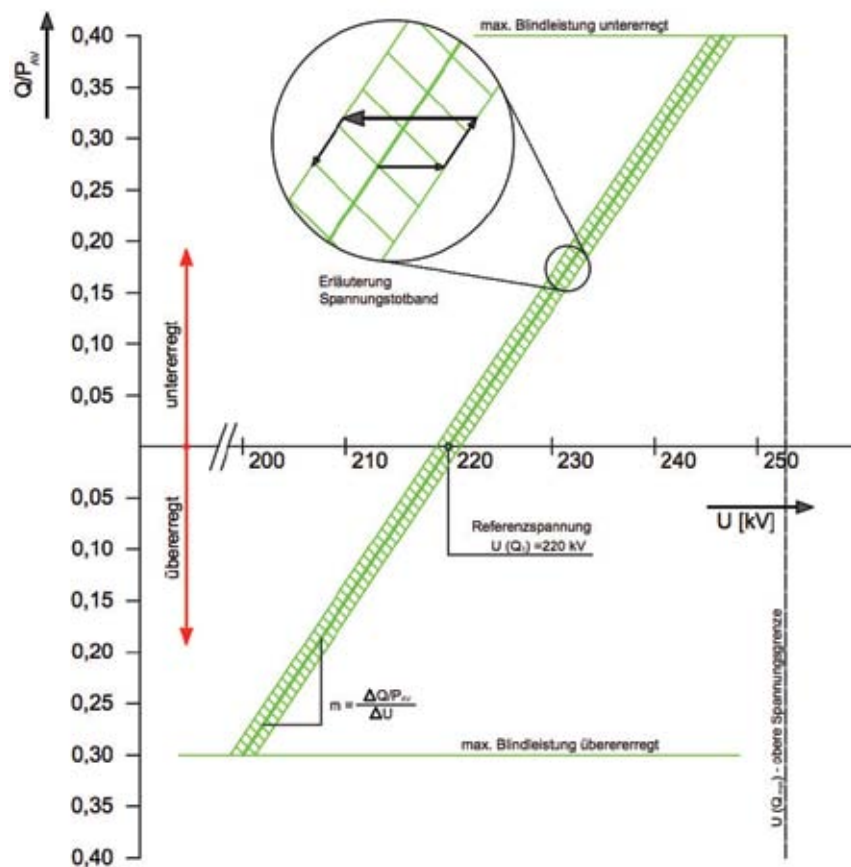
11.3.3 Spannungsabhängige Blindleistungsregelung $Q(U)$

Ziel dieses Verfahrens ist es, dass die Erzeugungsanlage in Abhängigkeit von der aktuellen Betriebsspannung des Hochspannungsnetzes am Netzanschlusspunkt Blindleistung mit dem Netz austauscht ($Q = f(U)$).

Jeder Blindleistungswert, der sich aus der vom Netzbetreiber vorgegebenen $Q(U)$ -Kennlinie ergibt, muss von der Erzeugungsanlage einstellbar zwischen 5 Sekunden und 60 Sekunden bereitgestellt werden (Anschwingzeit). Wird vom Netzbetreiber hierzu kein Wert vorgegeben, gilt ein Wert von 5 Sekunden. Der Netzbetreiber kann auch eine Anschwingzeit zwischen 2 Sekunden und 5 Sekunden vorgeben. Dies ist dem Anschlussnehmer rechtzeitig mitzuteilen.

Diese Zeitangaben gelten für die vom Netzbetreiber angegebene Kurzschlussleistung am Netzanschlusspunkt S_{KN} unter der Annahme, dass andere benachbarte Erzeugungsanlagenregler außer Betrieb sind. Die Signallaufzeit von der Übergabestation zu den Erzeugungseinheiten ist in diesen Zeiten genauso enthalten wie die Erfassung der Netzspannung.

Eine Beispiel-Q (U) Kennlinie ist in untenstehendem Bild "Beispiel für eine Q (U)-Kennlinie" dargestellt.



ANMERKUNG: Die Referenzspannung beträgt in dem Beispiel 220 kV, das Spannungstotband $\pm 0,5 \text{ kV}$.

Solange sich die Netzspannung innerhalb des Totbandes von $\pm 0,45\% \cdot U_n$ befindet, findet keine Änderung der Blindleistungseinspeisung durch die Erzeugungsanlage statt. Die Q (U)-Kennlinie wird einerseits durch die maximalen Blindleistungsgrenzen (siehe Bild oben) und andererseits durch eine obere und eine untere Spannungsgrenze abgeschlossen.

Bei Erreichen der Spannungsgrenzen muss die Erzeugungsanlage soweit die maximale Bemessungsblindleistung noch nicht erreicht wurde die maximale Blindleistung bereitstellen. In diesem Fall wird die Erzeugungsanlage bei Überschreiten der oberen Spannungsgrenze durch maximal untererregten Betrieb und bei Unterschreiten der unteren Spannungsgrenze durch maximalen übererregten Betrieb versuchen, die Spannung am Netzanschlusspunkt innerhalb der oberen und unteren Spannungsgrenze zu halten.

Erforderte Parametereinstellungen:

- Spannungstotband:**

Einstellbar ± 0 bis $\pm 2,5\% \cdot U_n$. Falls der Netzbetreiber keinen Wert vorgibt, gilt als Standardwert $\pm 0,5\% \cdot U_n$.

Steigung m :

Einstellbar zwischen 3% bis 12% je kV. Sie wird durch den Netzbetreiber im Rahmen der Planung vorgegeben. Sie ist auf Anforderung des Netzbetreibers bei netztechnischer Notwendigkeit in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber anzupassen. Falls vom Netzbetreiber nichts anderes vorgegeben wird, gilt als Standardwert $m = 6\%$ je kV.

Obere Spannungsgrenze $U(Q_{\max})$:

Einstellbar zwischen 1,073 und $1,118 \cdot U_n$. Falls nichts anderes vorgegeben wird, gilt als Standardwert $U(Q_{\max}) = 1,118 \cdot U_n$.

Untere Spannungsgrenze $U(Q_{\min})$:

Einstellbar zwischen 0,85 und $1,00 \cdot U_n$. Falls nichts anderes vorgegeben wird, gilt als Standardwert $U(Q_{\min}) = 0,91 \cdot U_n$.

Allfällige weitere Parameter werden durch den Netzbetreiber im Rahmen der Planung vorgegeben. Sie sind auf Anforderung des Netzbetreibers bei netztechnischer Notwendigkeit in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber anzupassen.

Die Referenzspannung U_{Q0} ist die Spannung, bei der keine Blindleistung am Netzanschlusspunkt ausgetauscht wird. Sie wird vom Netzbetreiber via Fernwirkbefehl in 0,5-kV-Schritten vorgegeben. Ein Fahrplan ist nicht vorgesehen.

Bei Ausfall der Fernwirkverbindung über einen Zeitraum von mehr als 1 Minute ist entweder mit dem zuletzt eingestellten Wert für die Referenzspannung U_{Q0} oder mit einem $\cos \Phi$ von etwa 1 der Betrieb fortzuführen. Dies ist vom Netzbetreiber in der Planungsphase vorzugeben.

Die $Q(U)$ -Kennlinien-Regelung muss sich via Fernwirktechnik ausschalten lassen; in diesem Fall ist die Erzeugungsanlage mit einem $\cos \Phi$ von etwa 1 zu betreiben.

11.3.4 Blindleistungsregelung, direkte Sollwertvorgabe

Ziel ist es, dass die Erzeugungsanlage unabhängig von der Wirkleistungseinspeisung vom Netzbetreiber vorgegebene Blindleistung (in MVar) in das Netz einspeist ($Q_{EA} = \text{const}$). Die Blindleistung soll durch die Erzeugungsanlage dabei im gleitenden Mittelwert über maximal 1 Minute geregelt oder gesteuert werden.

Hierfür ist die Blindleistung mindestens alle 10 Sekunden zu messen und zu berechnen. Der Sollwert wird durch den Netzbetreiber im Verhältnis zur vereinbarten Anschlusswirkleistung ($Q_{EA, \text{soll}} / P_{Av} [\%]$) in einem Bereich von -50% bis +50% vorgegeben. Die Vorgabe erfolgt dabei mit einer Auflösung von maximal 1% P_{Av} .

Der Netzbetreiber gibt einen Blindleistungssollwert vor. Macht der Netzbetreiber hierzu keine Angaben, ist ein Sollwert von 0% zugrunde zu legen.

Bei Ausfall der Fernwirkverbindung über einen Zeitraum von mehr als 1 Minute ist ein vom Netzbetreiber vorgegebener Default-Sollwert von der Erzeugungsanlage anzufahren. Dies kann ein fester Sollwert oder die Beibehaltung des letzten empfangenen Sollwertes sein. Macht der Netzbetreiber hierzu keine Angaben, ist ein Default-Sollwert von 0% zugrunde zu legen.

Die Einschwingzeit darf maximal 4 Minuten betragen. Es bestehen keine weiteren Anforderungen an die Tot- und Anstiegs- bzw. Anregelzeit.

11.4 Nicht synchronmaschinenbasierte Erzeugungsanlagen über 50 MW: Verhalten am Netz

Der Netzbetreiber kann das Einsetzen von "synthetischer Inertie", zwecks Frequenz - und Spannungsstützung verlangen.

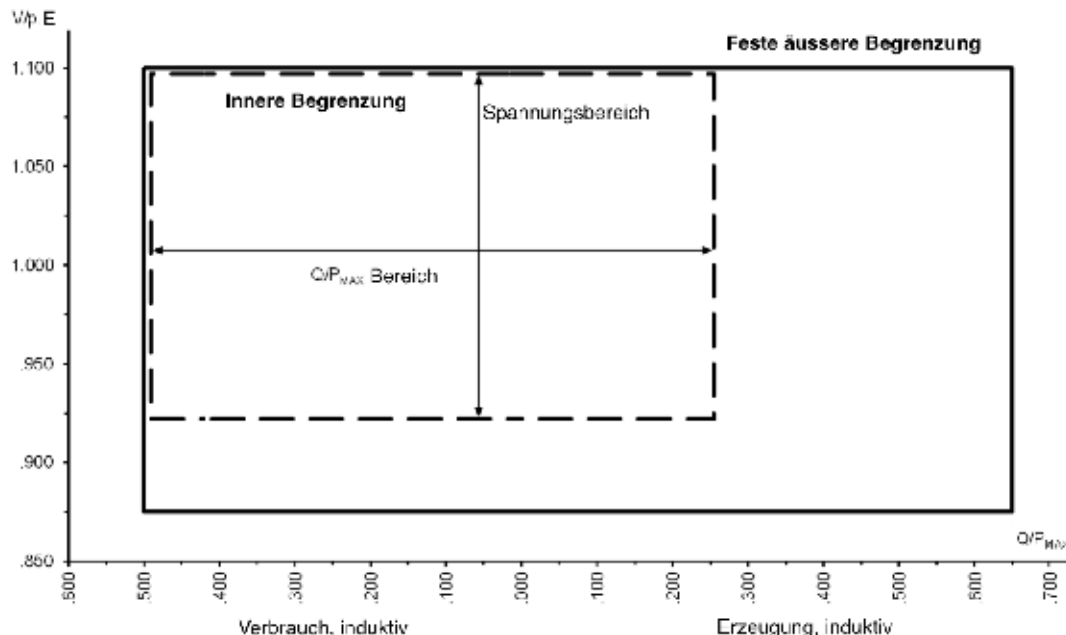
11.4.1 Blindleistungsbereitstellung bei Volllast $P_{b \text{ inst}}$

Die in Betrieb befindliche Wirkleistung $P_{b \text{ inst}}$ ist die Summe der Nennleistungen aller sich generatorisch in Betrieb befindenden Erzeugungseinheiten. Gegenüber der betriebsbereiten installierten Wirkleistung $P_{bb \text{ inst}}$ sind die Erzeugungseinheiten ausgenommen, die zwar betriebsbereit sind, aber keine Wirkleistung einspeisen.

Jede anzuschließende Erzeugungsanlage muss die folgenden Anforderungen an die Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt erfüllen:

Die Anlage muss in der Lage sein, jeden vom Netzbetreiber angeforderten Betriebspunkt innerhalb des vom Netzbetreiber vorgegebenen und von der Anlage erreichbaren U-Q/ P_{max} Profils (innere Begrenzung in untenstehendem Schema) in angemessener Zeit zu erreichen. Dieses Profil liegt dabei stets innerhalb der festen äußeren Begrenzung.

Gegenüber Synchronmaschinen gelten die in untenstehender Tabelle angegebenen erleichterten Bedingungen:



Maximalregelbereich von Q/P_{max}	Maximaler Bereich der stationären Spannungsabweichung in%
0,75	22,5

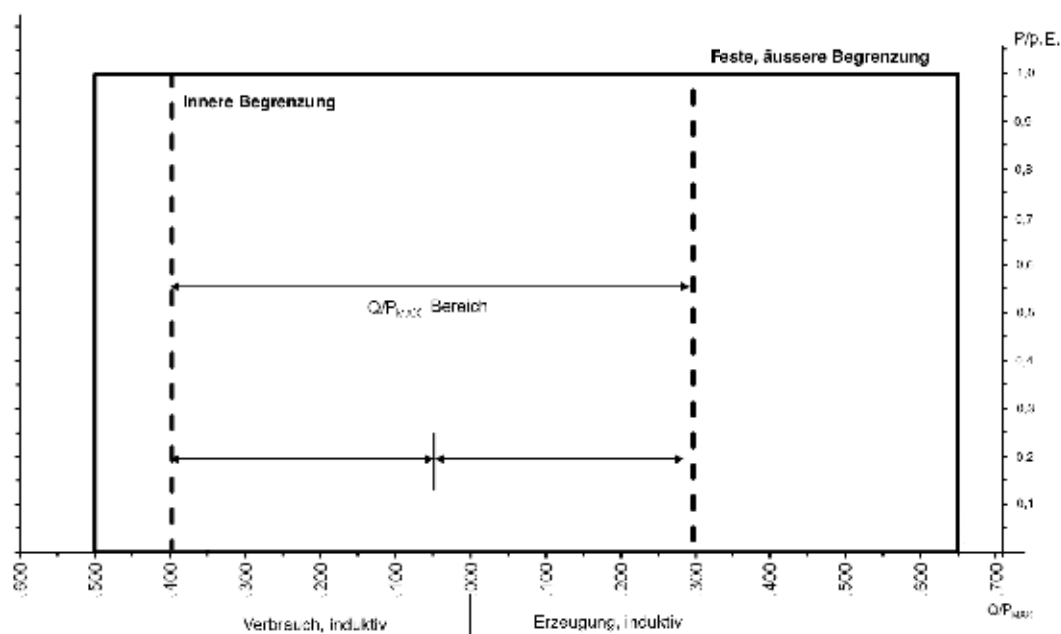
Anschlussstelle. Das Profil braucht nicht quadratisch zu sein. In letzterem Fall stellt der Spannungsbereich die höchsten und niedrigsten Werte dar. Der volle Blindleistungsbereich braucht deshalb nicht für den vollen Spannungsbereich zur Verfügung zu stehen.

11.4.2 Blindleistungsbereitstellung bei Teillast (unterhalb von $P_{b\text{ inst}}$)

Neben den Anforderungen für die Blindleistungsbereitstellung im Betriebspunkt $P_{b\text{ inst}}$ der Erzeugungsanlage ($P_{\text{mom}} = P_{b\text{ inst}}$) bestehen auch Anforderungen an den Betrieb mit einer momentanen Wirkleistung P_{mom} unterhalb $P_{b\text{ inst}}$.

Bei Betrieb unterhalb der maximalen Kapazität ($P < P_{\text{max}}$) muss die Erzeugungsanlage in der Lage sein, jeden vom Netzbetreiber angeforderten Betriebspunkt innerhalb des vom Netzbetreiber vorgegebenen und von der Anlage erreichbaren U - Q/P_{max} Profils (innere Begrenzung in untenstehendem Bild) in angemessener Zeit zu erreichen. Dieses Profil liegt dabei stets innerhalb der festen äußeren Begrenzung.

Das Bild unten zeigt als PQ - Diagramm die Mindestanforderung an die Blindleistungsbereitstellung im Teillastbetrieb ($0\% < P_{\text{mom}} / P_{b\text{ inst}} < 100\%$) am Netzanschlusspunkt.



11.4.3 Blindleistungsregelung

Es gelten sinngemäß die in Kapitel 11.3.3 und 11.3.4. beschriebenen Regelungen.

11.5 Schutzeinstellungen bei Erzeugungsanlagen

11.5.1 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 Anhang 1, Schema 3).

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.

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.

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

11.5.2 Netzschutzeinrichtungen

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 Hochspannungs-Netz des Netzbetreibers,
- der unverzögerten Ausschaltung bei Einschaltung auf Kurzschluss.

ANMERKUNG: 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.

Folgende Funktionen werden standardmäßig angewendet:

- Distanzschutz mit I>-Anregung und U-1-Anregung,
- Not-UMZ-Funktion,
- Schutz bei Zuschalten auf Kurzschluss.

ANMERKUNG: Der Fußpunktstrom ist möglichst empfindlich einzustellen.

Folgende Funktionen werden bei Bedarf unter anderem angewendet:

- Impedanzanregung,
- Signalvergleich,
- Schaltermitnahme,
- Spannungsrückgangs- und Spannungssteigerungsschutz,
- Kennlinienumschaltung.

Vom Anschlussnehmer sind auf Anforderung des Netzbetreibers Meldungen zur Steuerung spezieller Funktionen im Leitungsschutz bereitzustellen. Vom Netzbetreiber werden zwei AUS-Kommandos potenzialfrei bereitgestellt.

Teilweise wird auf den Hochspannungsleitungen eine dreipolige AWE oder eine einpolige AWE durchgeführt. Durch die Netzschutzeinrichtung in der Übergabestation wird in der Regel keine AWE, möglicherweise aber eine K.U. durchgeführt, wobei der Anlagenbetreiber ein asynchrones Zuschalten der Erzeugungsanlage verhindern muss. Die Auslösung der Netzschutzeinrichtung erfolgt dabei immer dreipolig. Die Erzeugungsanlage kann nach einer vom Netzbetreiber vorgegebenen Pausenzeit automagisch oder von Hand wieder ans Netz geschaltet werden, wenn sich die Netzspannung innerhalb der zulässigen Grenzen befindet.

Inselnetzbildungen können bei Fehlern im Netz des Netzbetreibers nicht ausgeschlossen werden. In diesen Fällen sollen die Entkopplungsschutzfunktionen das Inselnetz vor unzulässigen Systemzuständen schützen.

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

11.5.3 KurzschlussSchutzeinrichtungen des Anschlussnehmers

Es gelten die in 7.3.3.3 beschriebenen Anforderungen.

11.5.4 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.

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. Aus diesem Grunde ist der Einsatz von Vektorsprungsrelais nicht zulässig.

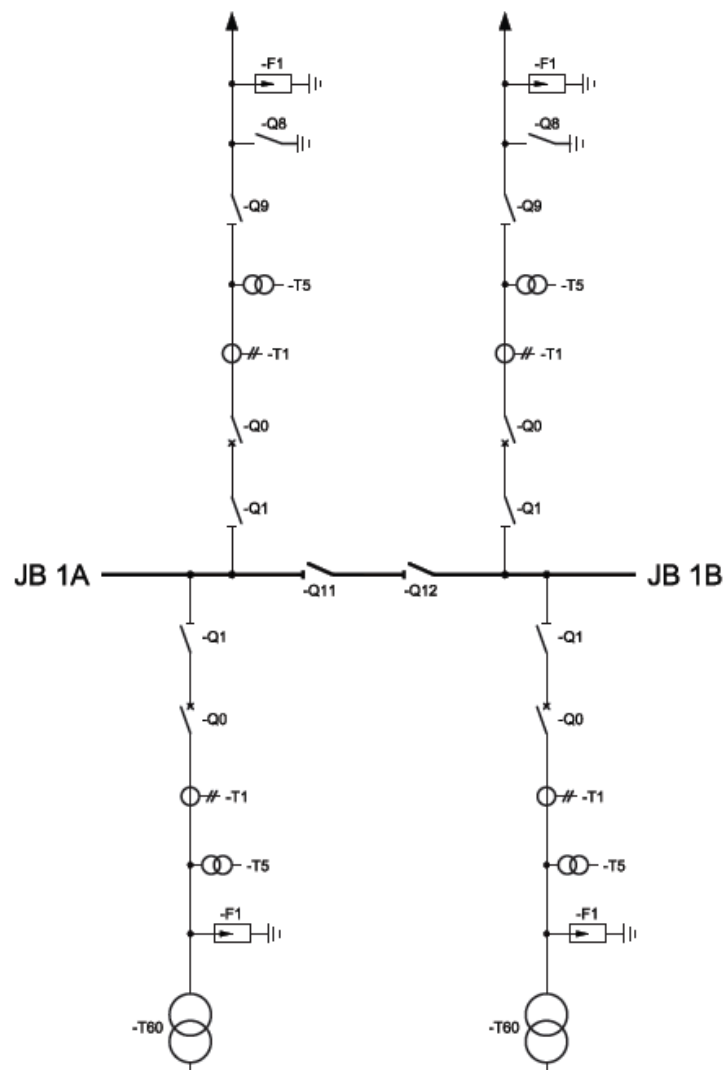
11.6 Konformitätsprüfungen

- Vorprüfen seitens und zu Lasten des Netzbetreibers, der Projektkonformität zu den vorliegenden TAB-HT, dies aufgrund der vorgelegten Maschinen- und Anlagen-dateien
- Prüfen seitens des Netzbetreibers von Funktion und Einstellungen der unter Kapitel 7.3.3 beschriebenen Schutzeinrichtungen, Diese Prüfungen werden zu Lasten des Anschlussnehmers durchgeführt.
- Prüfen, durch den oder unter Verantwortung des Anlagenbetreibers, und zu seinen Lasten, von Funktion und Einstellungen der unter Kapitel 11.5 beschriebenen erzeugerspezifischen Schutzeinrichtungen

- Detailliertes Prüfen der gesamten erforderten, unter Kapitel 7.3.1. beschriebenen Prozessdatenübertragung an die netzführende Stelle, gemeinsam durch Anlagen- und Netzbetreiber. Die Kosten des hierzu benötigten Zeitaufwandes seitens des Netzbetreibers werden vom Netzbetreiber getragen, der Aufwand seitens des Anlagenbetreibers geht zu seinen eigenen Lasten.
- Prüfen des erforderten, unter Kapitel 11.3 und 11.4 beschriebenen Blindleistungsverhaltens der Anlage, gemeinsam durch Anlagen- und Netzbetreiber, Die Kosten des hierzu benötigten Zeitaufwandes seitens des Netzbetreibers werden vom Netzbetreiber getragen, alle seitens des Anschlussnehmers anfallenden Kosten von ihm selbst.

Anhang 1: Einpolige Schaltbilder

- Schema 1: einpoliges Schaltbild einer Freiluftkundenanlage mit Einbindung in eine Ringleitung (Einfachsammelschiene mit Doppellängstrennung)
- Schema 2: einpoliges Schaltbild einer Freiluftkundenanlage mit Einbindung in eine Ringleitung (Doppelsammelschiene mit Längstrennung und Kuppelfelder)
- Schema 3: einpoliges Schaltbild einer Freiluftkundenanlage mit Einbindung in eine Stichleitung
- Schema 4: einpoliges Schaltbild eines Kundentrafofeldes in einer Freiluftanlage des Netzbetreibers (Einfachsammelschiene)
- Schema 5: einpoliges Schaltbild eines Kundentrafofeldes in einer Freiluftanlage des Netzbetreibers (Doppelsammelschiene)
- Schema 6: einpoliges Schaltbild eines Kundenabgangfeldes in einer Freiluftanlage des Netzbetreibers im Falle einer Stichleitung (Einfachsammelschiene)
- Schema 7: einpoliges Schaltbild eines Kundenabgangfeldes in einer Freiluftanlage des Netzbetreibers im Falle einer Stichleitung (Doppelsammelschiene)
- Schema 8: einpoliges Schaltbild einer gasisolierten Kundenanlage mit Einbindung in eine Ringleitung (Einfachsammelschiene mit Doppellängstrennung)
- Schema 9: einpoliges Schaltbild einer gasisolierten Kundenanlage mit Einbindung in eine Ringleitung (Doppelsammelschiene mit Längstrennung und Kuppelfelder)
- Schema 10: einpoliges Schaltbild einer gasisolierten Kundenanlage mit Einbindung in eine Stichleitung
- Schema 11: einpoliges Schaltbild eines Kundentrafofeldes in einer gasisolierten Schaltanlage des Netzbetreibers (Einfachsammelschiene)
- Schema 12: einpoliges Schaltbild eines Kundentrafofeldes in einer gasisolierten Schaltanlage des Netzbetreibers (Doppelsammelschiene)
- Schema 13: einpoliges Schaltbild eines Kundenabgangfeldes in einer gasisolierten Schaltanlage des Netzbetreibers im Falle einer Stichleitung (Einfachsammelschiene)
- Schema 14: einpoliges Schaltbild eines Kundenabgangfeldes in einer gasisolierten Schaltanlage des Netzbetreibers im Falle einer Stichleitung (Doppelsammelschiene)



EINPOLIGES SCHALTBILD EINER FREILUFTKUNDENANLAGE
MIT EINBINDUNG IN EINE RINGLEITUNG
(EINFACHSAMMELSCHIENE MIT DOPPELLÄNGSTRENNUNG)

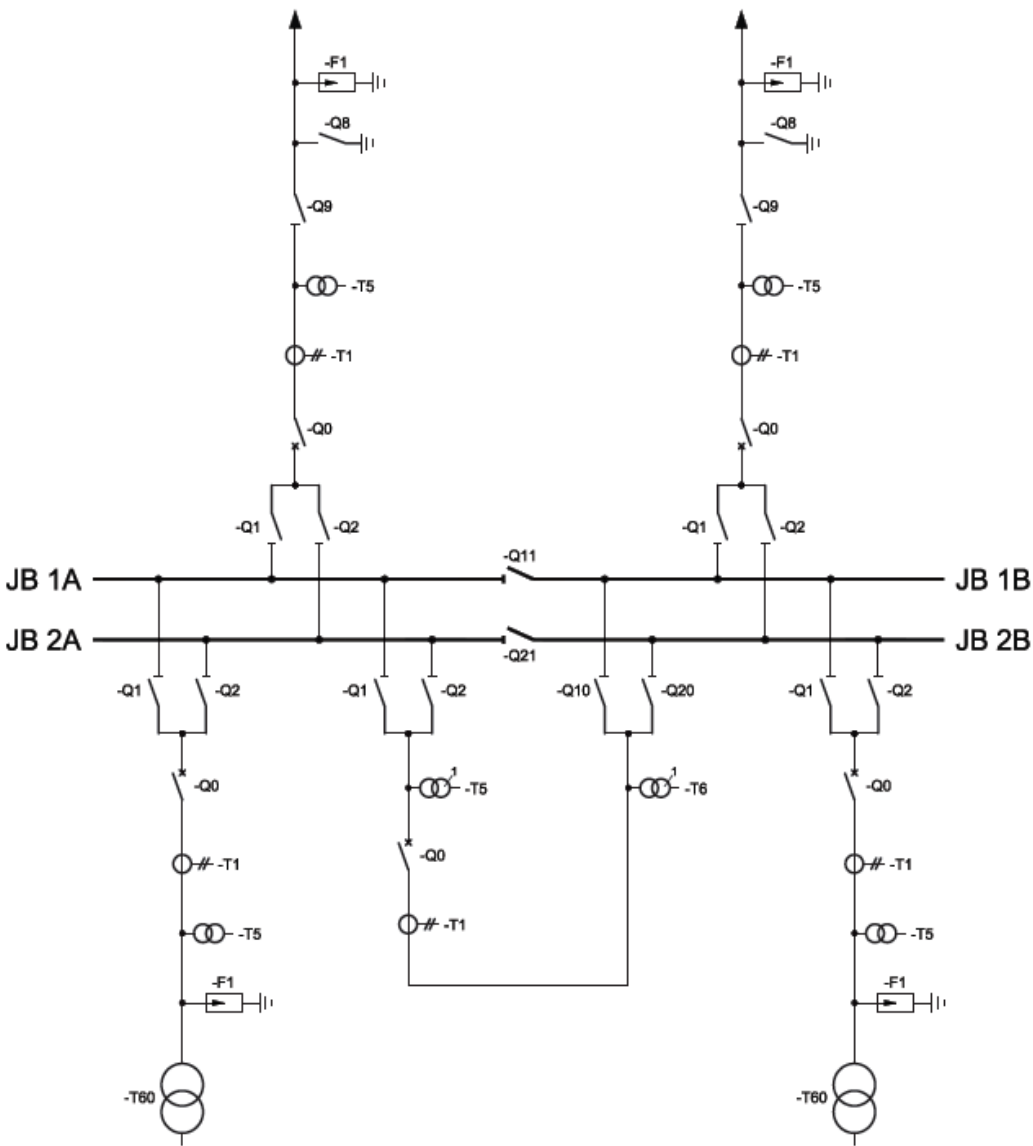
SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT
ALLGEMEINGÜLTIG

LUXEMBURG

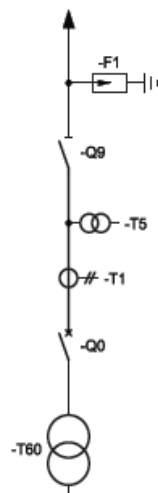
Schema 1

11 / 2013

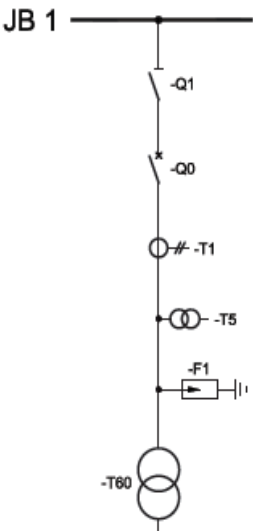
TAB - HT_01 NKN / RMS



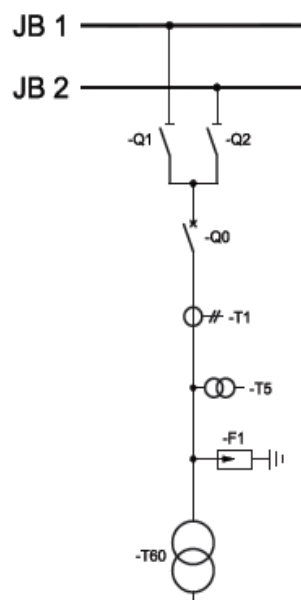
EINPOLIGES SCHALTBILD EINER FREILUFTKUNDENANLAGE MIT EINBINDUNG IN EINE RINGLEITUNG (DOPPELSAMMELSCHIENE MIT LÄNGSTRENNUNG UND KUPPELFELD)	SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Schema 2	11 / 2013	TAB - HT_02 NKN / RMS



EINPOLIGES SCHALTBILD EINER FREILUFTKUNDENANLAGE MIT EINBINDUNG IN EINE STICHLLEITUNG	SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Schema 3	11 / 2013	TAB - HT_03 NKN / RMS



EINPOLIGES SCHALTBILD EINES KUNDENTRAFOFELDES IN EINER FREILUFTANLAGE DES NETZBETREIBERS (EINFACHSAMMELSCHIENE)	SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Schema 4	11 / 2013	TAB - HT_04 NKN / RMS



EINPOLIGES SCHALTBILD EINES KUNDENTRAFOFELDES
IN EINER FREILUFTANLAGE DES NETZBETREIBERS
(DOPPELSAMMELSCHIENE)

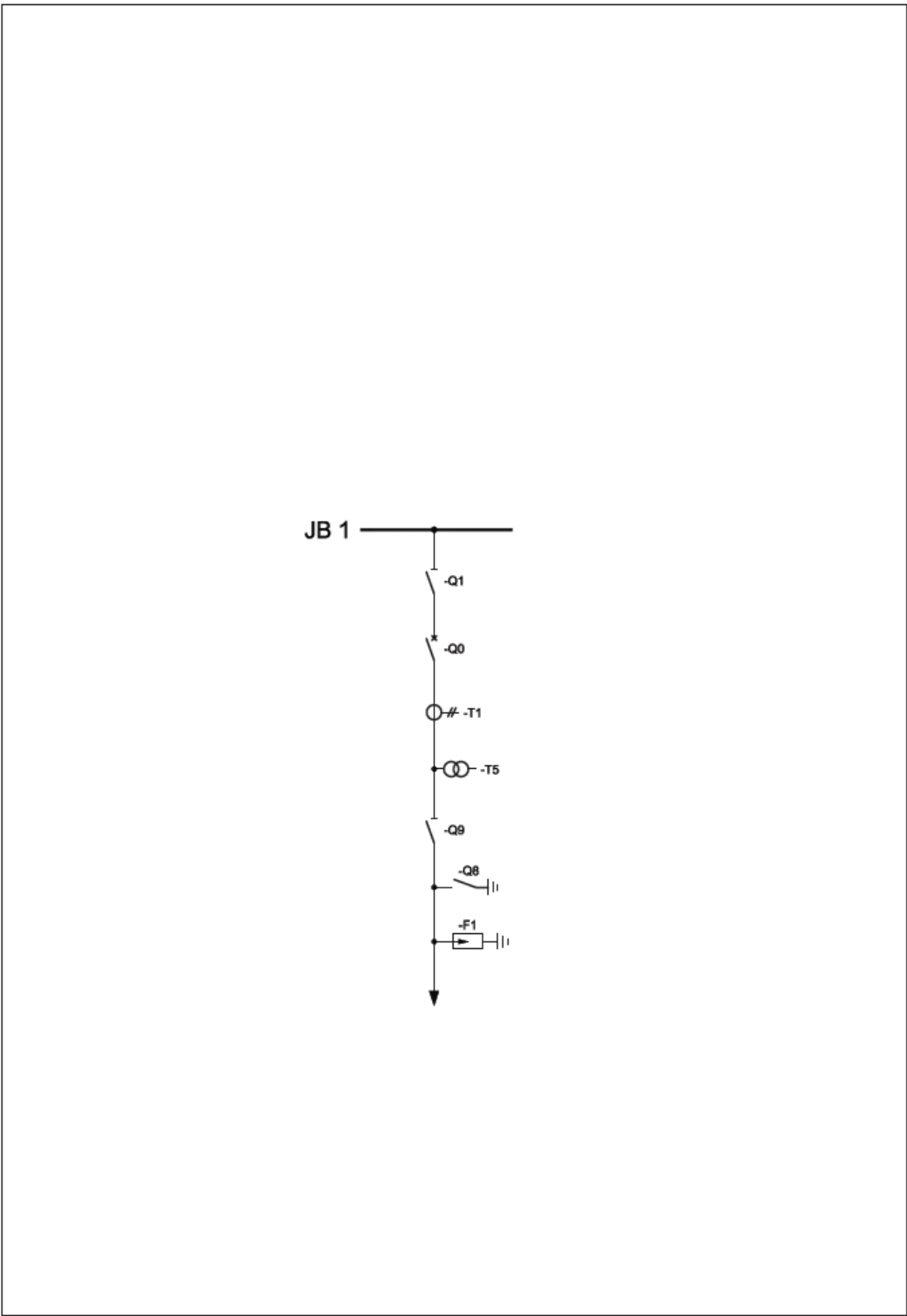
SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT
ALLGEMEINGÜLTIG

LUXEMBURG

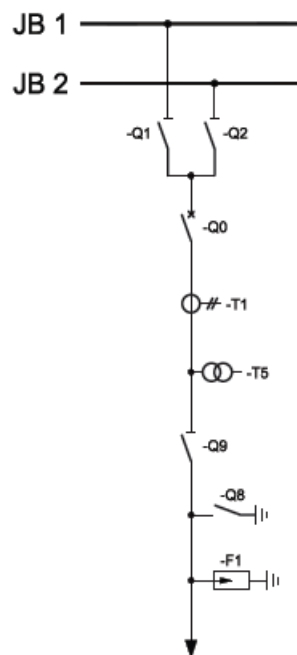
Schema 5

11 / 2013

TAB - HT_05 NKN / RMS



EINPOLIGES SCHALTBILD EINES KUNDENABGANGFELDES IN EINER FREILUFTANLAGE DES NETZBETREIBERS IM FALLE EINER STICHELEITUNG (EINFACHSAMMELSCHIENE)	SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Schema 6	11 / 2013	TAB - HT_06 NKN / RMS



EINPOLIGES SCHALTBILD EINES KUNDENABGANGFELDES
IN EINER FREILUFTANLAGE DES NETZBETREIBERS IM
FALLE EINER STICHLUITUNG (DOPPELSAMMELSCHIENE)

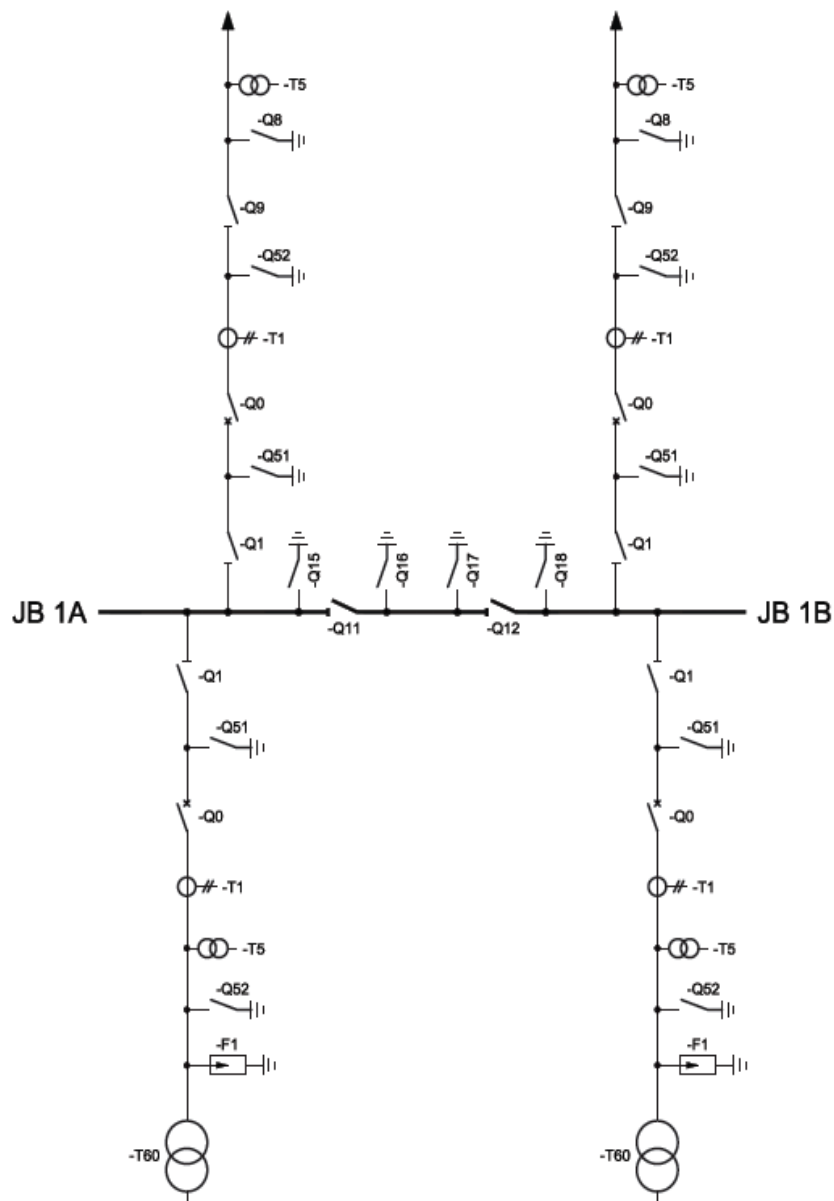
SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT
ALLGEMEINGÜLTIG

LUXEMBURG

Schema 7

11 / 2013

TAB - HT_07 NKN / RMS



EINPOLIGES SCHALTBILD EINER GASISOLIERTEN
KUNDENANLAGE MIT EINBINDUNG IN EINE RINGLEITUNG
(EINFACHSAMMELSCHIENE MIT DOPPELLÄNGSTRENNUNG)

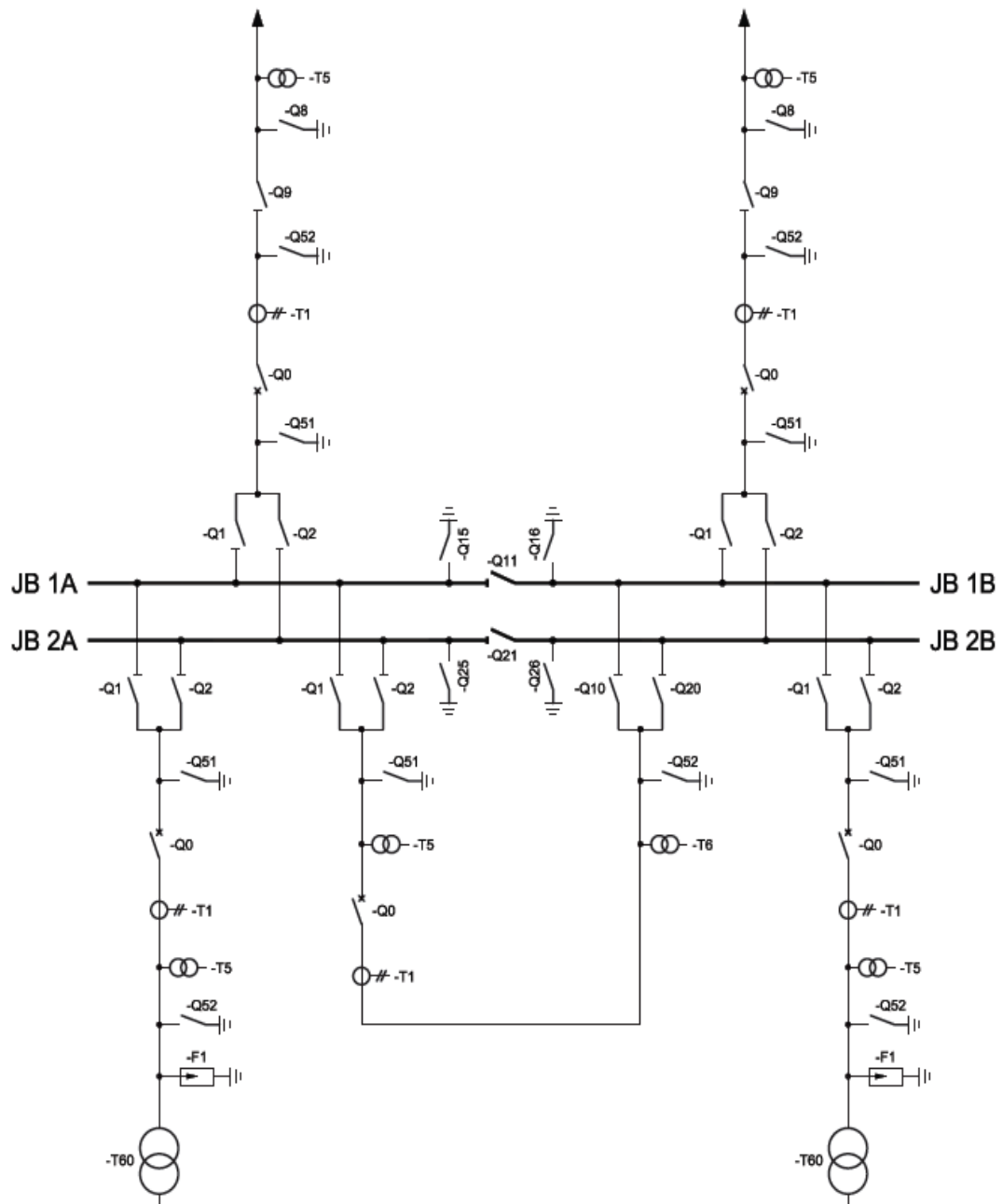
SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT
ALLGEMEINGÜLTIG

LUXEMBOURG

Schema 8

11 / 2013

TAB - HT_08 NKN / RMS



EINPOLIGES SCHALTBILD EINER GASISOLIERTEN
KUNDENANLAGE MIT EINBINDUNG IN EINE RINGLEITUNG
(DOPPELSAMMELSCHIENE MIT LÄNGSTRENNUNG UND KUPPELFELD)

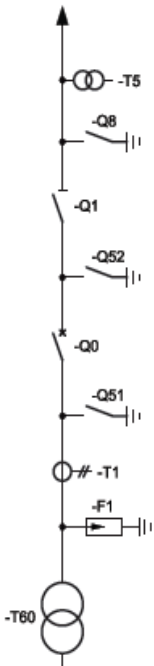
SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT
ALLGEMEINGÜLTIG

LUXEMBOURG

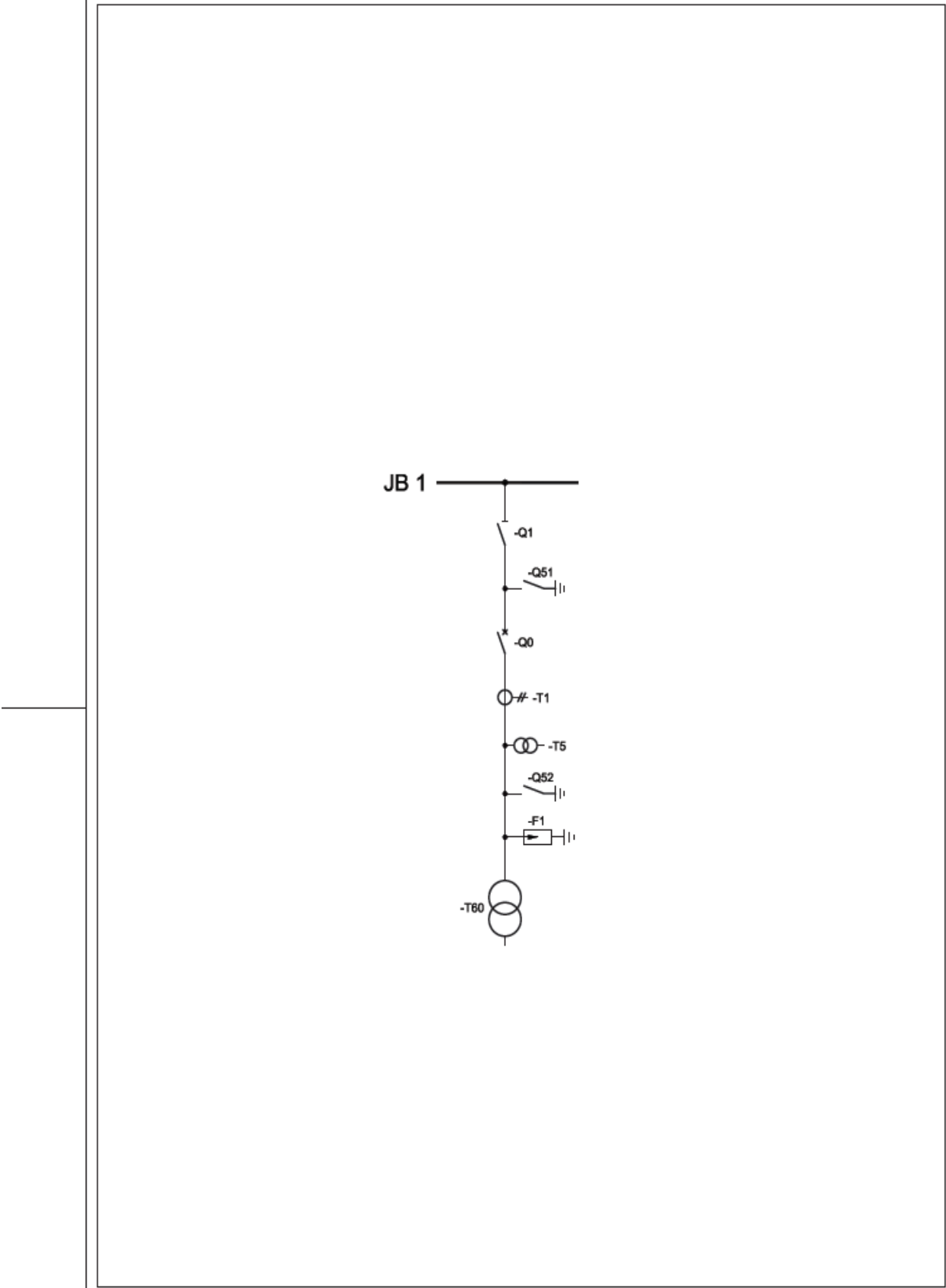
Schema 9

11 / 2013

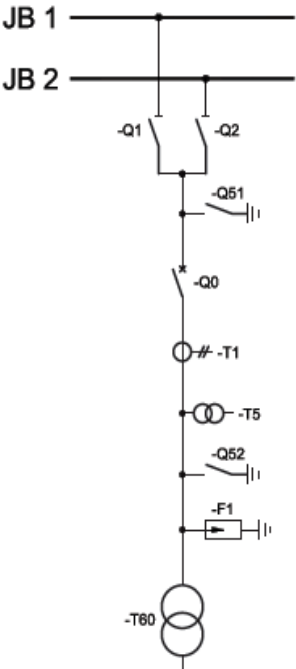
TAB - HT_09 NKN / RMS



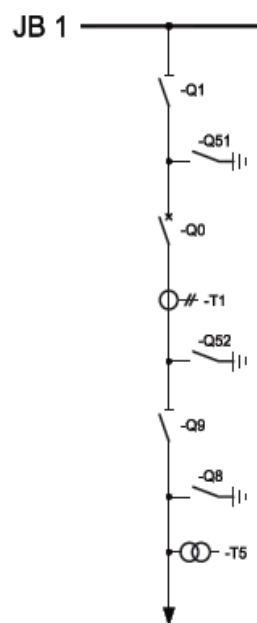
EINPOLIGES SCHALTBILD EINER GASISOLIERTEN KUNDENANLAGE MIT EINBINDUNG IN EINE STICHLÉITUNG	SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Schema 10	11 / 2013	TAB - HT_10 NKN / RMS



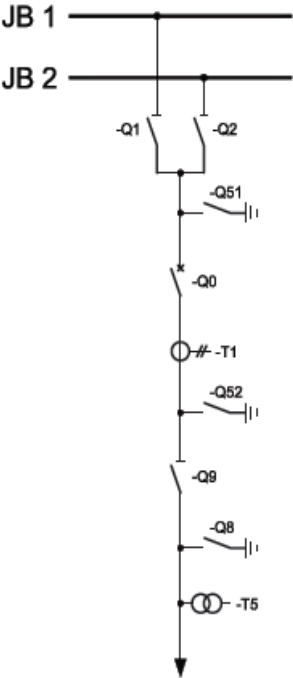
EINPOLIGES SCHALTBILD EINES KUNDENTRAFOFELDES IN EINER GASISOLIERTEN SCHALTANLAGE DES NETZBETREIBERS (EINFACHSAMMELSCHIENE)	SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Schema 11	11 / 2013	TAB - HT_11 NKN / RMS



EINPOLIGES SCHALTBILD EINES KUNDENTRAFOFELDES IN EINER GASISOLIERTEN SCHALTANLAGE DES NETZBETREIBERS (DOPPELSAMMELSCHIENE)	SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Schema 12	11 / 2013	TAB - HT_12 NKN / RMS

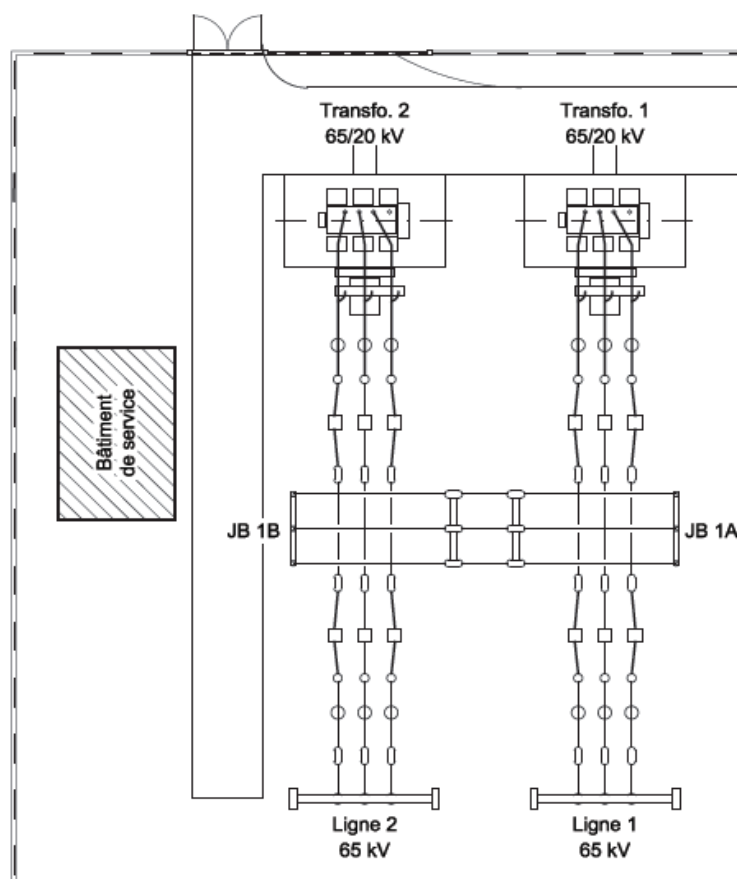


EINPOLIGES SCHALTBILD EINES KUNDENABGANGFELDES IN EINER GASISOLIERTEN SCHALTANLAGE DES NETZBETREIBERS IM FALLE EINER STICHSCHLEIFUNG (EINFACHSAMMELSCHIENE)	SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Schema 13	11 / 2013	TAB - HT_13 NKN / RMS



EINPOLIGES SCHALTBILD EINES KUNDENABGANGFELDES IN EINER GASISOLIERTEN SCHALTANLAGE DES NETZBETREIBERS IM FALLE EINER STICHEITUNG (DOPPELSAMMELSCHIENE)	SCHALTBILD ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Schema 14	11 / 2013	TAB - HT_14 NKN / RMS

Anhang 2: Begriffsbestimmung am Beispiel einer Ringleitungs-Schaltanlage



BEGRIFFSBESTIMMUNG AM BEISPIEL EINER 65 kV FREILUFTKUNDENANLAGE MIT EINBINDUNG IN EINE RINGLEITUNG	ÜBERSICHTSPLAN ZU DEN TAB - HT		
	ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBURG	Anhang 2	02 / 2014	TAB - HT_A2 NKN / RMS