VDE-AR-N 4130:20XX-XX

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser VDE-Anwendungsregel ist 201x-xx-xx.

Es sind die Fristen des NC RfG (Artikel 4, Abs. 2 und Artikel 72), des NC DCC (Artikel 4, Abs. 2 und Artikel 59) sowie nationale Festlegungen zu beachten. Für diese VDE-Anwendungsregel besteht eine Einführungsfrist bis 2019-04-27.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	9
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich.....	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe und Abkürzungen.....	12
3.1 Begriffe	12
3.2 Abkürzungen	26
4 Allgemeine Grundsätze	26
4.1 Bestimmungen und Vorschriften	26
4.2 Anschlussprozess und anschlussrelevante Unterlagen.....	27
4.2.1 Allgemeines.....	27
4.2.2 Prozess und Anschlusszusage	28
4.2.3 Prozess für Erlaubnis zur Zuschaltung (EZZ)	29
4.2.4 Prozess für vorübergehende Betriebserlaubnis (VBE)	30
4.3 Prozess für Endgültige Betriebserlaubnis (EBE).....	31
5 Netzanschluss	31
5.1 Grundsätze für die Ermittlung des Netzanschlusspunktes.....	31
5.2 Bemessung der Netzbetriebsmittel	32
5.3 Spannung und Frequenz am Netzanschlusspunkt	32
5.4 Netzurückwirkungen	33
5.4.1 Allgemeines	33
5.4.2 Schnelle Spannungsänderungen	33
5.4.3 Flicker.....	34
5.4.4 Harmonische, Zwischenharmonische und höherfrequente Emission	35
5.4.5 Kommutierungseinbrüche	37
5.4.6 Unsymmetrien	37
5.5 Blindleistungsverhalten.....	38
5.6 Resonanzen und Reglerinteraktionen	39
6 Planung und Ausführung des Netzanschlusses.....	39
6.1 Baulicher Teil.....	39
6.1.1 Allgemeines	39
6.1.2 Einzelheiten zur baulichen Ausführung.....	39
6.2 Elektrischer Teil	39

	Seite
6.2.1 Allgemeines.....	39
6.2.2 Schaltanlagen	40
6.2.3 Sternpunktbehandlung.....	40
6.2.4 Erdungsanlage	40
6.3 Sekundärtechnik	41
6.3.1 Prozessdatenübertragung.....	41
6.3.2 Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung.....	41
6.3.3 Schutzeinrichtungen.....	41
6.3.4 Sprachkommunikation.....	42
6.4 Bereitstellung von Daten für Netz- und Störungsanalysen	42
6.4.1 Netzanalysen	42
6.4.2 Störungsanalysen	43
7 Abrechnungsmessung	43
7.1 Allgemeines.....	43
7.2 Spannungsebene der Abrechnungsmessung.....	43
8 Betrieb der Kundenanlage	43
8.1 Allgemeines.....	43
8.2 Netzführung.....	44
8.3 Arbeiten in der Übergabestation	44
8.4 Zugang	44
8.5 Bedienung vor Ort	44
8.6 Instandhaltung.....	44
8.7 Kupplung von Netzen.....	44
8.8 Betrieb bei Störungen	45
8.9 Notstromaggregate	45
9 Änderungen, Außerbetriebnahmen und Demontage.....	45
10 Erzeugungsanlagen	45
10.1 Allgemeines.....	45
10.2 Verhalten der Erzeugungsanlage am Netz.....	46
10.2.1 Allgemeines.....	46
10.2.2 Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung	49
10.2.3 Dynamische Netzstützung	59
10.2.4 Wirkleistungsabgabe.....	66
10.2.5 Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungsanlage	73
10.3 Schutzeinrichtungen und Schutzeinstellungen	74
10.3.1 Allgemeines.....	74
10.3.2 Netzschutzeinrichtungen.....	74
10.3.3 Kurzschlusschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers	74
10.3.4 Entkopplungsschutzeinrichtungen des Anschlussnehmers.....	74

VDE-AR-N 4130:20XX-XX

	Seite
10.3.5 Zusammenfassung Schutzkonzept bei Anschluss einer Erzeugungsanlage	75
10.3.6 Schutzkonzept für Mischanlagen	75
10.3.7 Schnittstellen für Schutzfunktionsprüfungen	75
10.4 Zuschaltbedingungen und Synchronisierung	75
10.4.1 Allgemeines	75
10.4.2 Zuschalten nach Auslösung durch Schutzeinrichtungen	76
10.4.3 Zuschaltung von Erzeugungseinheiten und -anlagen	77
10.4.4 Kuppelschalter	77
10.5 Weitere Anforderungen an Erzeugungsanlagen	78
10.5.1 Abfangen auf Eigenbedarf	78
10.5.2 Trennen der Erzeugungseinheit vom Netz bei Instabilität	78
10.5.3 Fähigkeit zur Bereitstellung von Primärregelleistung	78
10.5.4 Fähigkeit zur Bereitstellung von Sekundärregelleistung und Minutenreserve	81
10.6 Modelle	81
10.6.1 Allgemeines	81
10.6.2 Detaillierte EZA-Modelle	83
10.6.3 Aggregiertes EZA-Modell	84
10.6.4 Validierung von Modellen	84
10.7 Gesonderte Anforderungen an Erzeugungsanlagen mit Offshore-Netzanschlusspunkt	85
10.7.1 Allgemeines	85
10.7.2 Gesonderte Anforderungen hinsichtlich der Spannungshaltung	85
10.7.3 Gesonderte Anforderungen hinsichtlich der Robustheit	87
10.7.4 Gesonderte Anforderungen hinsichtlich des Netzsicherheitsmanagements	88
10.7.5 Gesonderte Anforderungen hinsichtlich Zuschaltbedingungen und Synchronisierung	88
11 Nachweis der elektrischen Eigenschaften für Erzeugungsanlagen	88
11.1 Gesamter Nachweisprozess	88
11.2 Einheitenzertifikat	91
11.2.1 Allgemeines	91
11.2.2 Netzurückwirkungen	92
11.2.3 Quasistationärer Betrieb und Pendelungen	93
11.2.4 Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung	93
11.2.5 Dynamische Netzstützung	94
11.2.6 Modelle	97
11.2.7 Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement	99
11.2.8 Wirkleistungsanpassung in Abhängigkeit der Netzfrequenz	100
11.2.9 Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungseinheit	104
11.2.10 Schutztechnik und Schutzeinstellungen	105
11.2.11 Zuschaltbedingungen und Synchronisierung	106
11.2.12 Trennen der Erzeugungseinheit vom Netz bei Instabilität	106

	Seite
11.3 Komponentenzertifikat	106
11.3.1 Allgemeines.....	106
11.3.2 Anforderung an EZA-Regler	107
11.3.3 Anforderungen an aktive statische Kompensationsanlagen.....	108
11.3.4 Anforderungen an Spannungsregler inkl. des Erregersystems einer Typ-1-Erzeugungseinheit....	108
11.3.5 Anforderungen an Hilfsaggregate bei Typ-1-Erzeugungseinheiten.....	110
11.3.6 Modelle.....	110
11.4 Anlagenzertifikat.....	110
11.4.1 Allgemeines.....	110
11.4.2 Vom Anschlussnehmer zur Erstellung des Anlagenzertifikates bereitzustellenden Unterlagen	111
11.4.3 Einspeiseleistung	112
11.4.4 Bemessung der Betriebsmittel	113
11.4.5 Spannungsänderung am Netzanschlusspunkt	113
11.4.6 Erforderliche Netzkurzschlussleistung am Netzanschlusspunkt.....	113
11.4.7 Netzurückwirkungen.....	113
11.4.8 Quasistationärer Betrieb, Polrad-/Netzpendelungen	115
11.4.9 Nachweis der Teilnetzbetriebsfähigkeit	115
11.4.10 Nachweis der Schwarzstartfähigkeit	116
11.4.11 Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung	116
11.4.12 Dynamische Netzstützung	118
11.4.13 Wirkleistungsabgabe.....	121
11.4.14 Netzsicherheitsmanagement	121
11.4.15 Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz (Über- und Unterfrequenz)	122
11.4.16 Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungsanlage	122
11.4.17 Schutztechnik und Schutzeinstellungen	122
11.4.18 Zuschaltbedingungen und Synchronisierung.....	123
11.4.19 Abfangen auf Eigenbedarfsbetrieb bzw. schnelle Resynchronisierung.....	124
11.4.20 Anforderungen an die Fähigkeit zur Regelleistungsbereitstellung	124
11.4.21 Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung.....	124
11.4.22 Sprunghafte Spannungsänderungen	124
11.4.23 EZA-Modell und Genauigkeit.....	124
11.4.24 Gesonderte Anforderungen hinsichtlich des Nachweises der elektrischen Eigenschaften bei Erzeugungsanlagen mit Offshore-Netzanschlusspunkt.....	125
11.4.25 Nachtrag zum Anlagenzertifikat.....	125
11.5 Inbetriebnahmephase	125
11.5.1 Inbetriebnahme der Netzanschlusses.....	125
11.5.2 Inbetriebnahme der Erzeugungseinheiten.....	125
11.5.3 Inbetriebnahme der gesamten Erzeugungsanlage und Inbetriebnahmeerklärung	125
11.5.4 Konformitätserklärung.....	127

VDE-AR-N 4130:20XX-XX

	Seite
11.5.5 Betriebsphase.....	128
11.6 Einzelnachweisverfahren.....	129
11.6.1 Allgemeines	129
11.6.2 Inbetriebnahme einer Erzeugungsanlage	130
12 Prototypen-Regelung.....	130
Anhang A (informativ) Begriffe „Erzeugungseinheit“ und „Erzeugungsanlage“	133
Anhang B (informativ) Erläuterungen	134
B.1 Erläuterungen zur sprunghaften Spannungsänderung	134
B.2 „Fault-Ride-Through“-Kurven	134
B.3 Ermittlung des k -Faktors am Netzanschlusspunkt	135
B.4 Gleichungen für die Beschreibung der dynamischen Netzstützung	136
B.5 Richtungsdefinition von P und Q	137
B.6 Netzurückwirkungen	138
B.6.1 Spannungsänderungen bei Erzeugungseinheiten	138
B.6.2 Flicker	139
B.6.3 Flicker für Erzeugungsanlagen.....	139
B.6.4 Addition der Langzeitflickerstärken	139
B.6.5 Oberschwingungen und Zwischenharmonische	140
B.7 Teilnetzbetriebsfähigkeit und Reglerstruktur	140
Anhang C (normativ) Weitere Festlegungen	142
C.1 Toleranzbereich für den zusätzlichen Blindstrom	142
C.2 Prinzipielles Reglerverhalten	143
Anhang D (informativ) Erläuterungen zum gleitenden Totband für die Primärregelleistung	144
Anhang E (informativ) Vordrucke.....	145
E.1 Antragstellung.....	145
E.2 Datenblatt zur Beurteilung von Netzurückwirkungen	146
E.3 Netzanschlussplanung	148
E.4 Errichtungsplanung.....	148
E.5 Inbetriebsetzungsprotokoll für Übergabestationen.....	148
E.6 Datenblatt einer Erzeugungsanlage/eines Speichers – Höchstspannung	149
E.7 Netzbetreiberabfragebogen.....	154
E.8 Inbetriebsetzungsprotokoll für Erzeugungseinheiten und Speicher	160
E.9 Inbetriebnahmeerklärung Erzeugungsanlage/Speicher	160
E.10 Konformitätserklärung für Erzeugungsanlagen/Speicher.....	164
E.11 Einheitenzertifikat	166
E.12 Komponenten-Zertifikat	167
E.13 Anlagenzertifikat	168
E.14 Betriebserlaubnisverfahren	169
Literaturhinweise.....	170

Bilder

Bild 1 – Anschluss- und Inbetriebnahmeprozess	28
Bild 2 – Mindestanforderungen an den quasistationären Betrieb von Kundenanlagen	32
Bild 3 – Zulässiger Bereich des Verschiebungsfaktors $\cos \varphi$ bei Wirkleistungsbezug der Kundenanlage (dargestellt im Verbraucherzählpfeilsystem)	38
Bild 4 – Mindestanforderungen an den quasistationären Betrieb von Erzeugungsanlagen	46
Bild 5 – Varianten der Anforderungen an Erzeugungsanlagen des Typen 1 an die Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt für die 380-kV- und 220-kV-Ebene	51
Bild 6 – Varianten der Anforderungen an Erzeugungsanlagen des Typen 2 an die Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt für die 380-kV- und 220-kV-Ebene	52
Bild 7 – Varianten der PQ -Diagramme der Erzeugungsanlage des Typen 2 am Netzanschlusspunkt im Verbraucherzählpfeilsystem	53
Bild 8 – Beispiel für eine $Q(U)$ -Kennlinie	55
Bild 9 – Beispiel für eine Q -Vorgabe (für Variante 2 nach den Bildern 5 und 6)	57
Bild 10 – Grenzkurve für relative Spannungserhöhungen	61
Bild 11 – Fault-Ride-Through-Grenzkurve (FRT) für den Spannungsverlauf am Netzanschlusspunkt für eine Erzeugungsanlage vom Typ 1	62
Bild 12 – Fault-Ride-Through-Grenzkurve für den Spannungsverlauf am Netzanschlusspunkt für eine Erzeugungsanlage vom Typ 2	63
Bild 13 – Prinzip der Spannungsstützung bei Netzfehlern	65
Bild 14 – Anforderung an die Abgabeleistung der Erzeugungsanlagen im dynamischen Kurzzeitbereich	68
Bild 15 – Wirkleistungsanpassung von Erzeugungsanlagen vom Typ 1 und Typ 2 sowie stufenlos steuerbarer Verbrauchseinrichtungen und Speicher vom Typ 1 bei Über- und Unterfrequenz mit einer Statik von 5 % und Frequenzgrenzwerten von 49,8 Hz und 50,2 Hz für den Beginn der Wirkleistungsanpassung	70
Bild 16 – Wirkleistungsanpassung stufenlos steuerbarer Verbrauchseinrichtungen und Speicher vom Typ 2 bei Über- und Unterfrequenz mit einer Statik von 2 % und Frequenzgrenzwerten von 49,8 Hz und 50,2 Hz für den Beginn der Wirkleistungsanpassung	71
Bild 17 – Bildung des Signals für die Zuschaltbedingungen am Netzanschlusspunkt	76
Bild 18 – Funktionsschema Zuschaltung eines Kuppelschalters (der Erzeugungseinheiten)	76
Bild 19 – Leistungs-Frequenzkennlinie zur Bereitstellung von Primärregelleistung ohne Totband	79
Bild 20 – Zeitverhalten zur Bereitstellung von Primärregelleistung (bei voller Aktivierung)	80
Bild 21 – Anforderungen an Offshore-Erzeugungsanlagen an die Blindleistungsbereitstellung für die 150-kV- und 220-kV-Ebene	86
Bild 22 – PQ -Diagramme der Offshore-Erzeugungsanlagen am Netzanschluss im Erzeugerzählpfeilsystem	87
Bild 23 – Grenzkurve für relative Spannungserhöhungen für Offshore-Stromerzeugungsanlagen	88
Bild 24 – Darstellung des Nachweisprozesses für Anlagenzertifikat A	89
Bild 25 – Veranschaulichung der Frequenzsprünge für Erzeugungseinheiten der Typen 1 und 2 sowie Speicher vom Typ 1	102
Bild 26 – Veranschaulichung der Frequenzsprünge für Speicher vom Typ 2	102
Bild B.1 – Beispiel für eine sprunghafte Spannungsänderung	134
Bild B.2 – Beispiel eines Windparks zur Ermittlung der k -Faktoren	136
Bild B.3 – Positive Richtung von Spannungen und Strömen	138

VDE-AR-N 4130:20XX-XX

	Seite
Bild B.4 – Scheinleistungskreis.....	138
Bild B.5 – Prinzipielle Reglerstruktur in leistungsregelbaren Erzeugungseinheiten.....	141
Bild C.1 – Toleranzbereich für Δi_B	142
Bild C.2 – Prinzipielles Reglerverhalten einer Erzeugungsanlage	143
Bild D.1 – Aufbau des gleitenden Totbands	144
Tabellen	
Tabelle 1 – Zulässige Spannungsänderung in Abhängigkeit von Häufung und Pausenzeit.....	33
Tabelle 2 – Proportionalitätsfaktoren q_v für die Berechnung der zulässigen Oberschwingungsströme.....	36
Tabelle 3 – Proportionalitätsfaktoren für die vereinfachte Berechnung der zulässigen zwischenharmonischen Ströme der Ordnung μ	36
Tabelle 4 – Anforderungen an die Answing- und Einschwingzeiten bezüglich Wirkleistungseinspeisung bei Über- und Unterfrequenz	72
Tabelle 5 – Parameter für die Fähigkeit zur Bereitstellung von Primärenergieleistung.....	79
Tabelle 6 – Parameter für die Fähigkeit zur Bereitstellung von Sekundärenergieleistung und Minutenreserve.....	81
Tabelle 7 – Mindestanforderungen an detaillierte und aggregierte EZA-Modelle	83
Tabelle 8 – Prüfsequenz für Mehrfachfehler	95
Tabelle 9 – Umfang der notwendigen Angaben im Einheitszertifikat zu den Kurzschlussstrombeiträgen .	104
Tabelle 10 – Zeitpunkte nach Fehlereintritt zum Ausweis der Kurzschlussströme	105
Tabelle 11 – Vom Anschlussnehmer bereitzustellende Unterlagen zur Erarbeitung des Anlagenzertifikates	112