

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn der VDE-Anwendungsregel ist 2015-01-01.

### Inhalt

	Seite
Vorwort.....	6
Einleitung .....	6
1 Anwendungsbereich .....	7
2 Normative Verweisungen .....	7
3 Begriffe und Abkürzungen .....	8
3.1 Begriffe .....	8
3.2 Abkürzungen .....	17
4 Allgemeine Grundsätze .....	18
4.1 Bestimmungen und Vorschriften .....	18
4.2 Anmeldeverfahren und anschlussrelevante Unterlagen .....	19
4.3 Inbetriebnahme des Netzanschlusses / Inbetriebsetzung der Übergabestation.....	22
4.4 Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage.....	22
5 Netzanschluss .....	23
5.1 Grundsätze für die Ermittlung des Netzanschlusspunktes.....	23
5.2 Bemessung der Netzbetriebsmittel .....	24
5.3 Betriebsspannung am Netzanschlusspunkt .....	24
5.4 Netzurückwirkungen .....	24
5.5 Blindleistungsverhalten.....	27
6 Übergabestation .....	28
6.1 Baulicher Teil.....	28
6.2 Elektrischer Teil .....	29
6.3 Sekundärtechnik.....	31
6.4 Schreiber zur Aufzeichnung von Störungen und zur Erfassung der Spannungsqualität .....	34
7 Abrechnungsmessung.....	34
7.1 Allgemeines .....	34
7.2 Spannungsebene der Abrechnungsmessung .....	35
8 Betrieb der Kundenanlage.....	35
8.1 Netzführung .....	35
8.2 Arbeiten in der Übergabestation.....	35
8.3 Zugang.....	35
8.4 Bedienung vor Ort .....	36
8.5 Instandhaltung .....	36
8.6 Kupplung von 110-kV-Stromkreisen.....	36
8.7 Betrieb bei Störungen.....	36
9 Änderungen, Außerbetriebnahmen und Demontage .....	36
10 Erzeugungsanlagen.....	37
10.1 Allgemeines .....	37
10.2 Verhalten der Erzeugungsanlage am Netz .....	37
10.3 Schutzeinrichtungen und Schutzeinstellungen .....	55
10.4 Zuschaltbedingungen und Synchronisierung .....	62
10.5 Weitere Anforderungen an thermische Kraftwerke .....	64

	Seite
11 Nachweis der elektrischen Eigenschaften für Erzeugungsanlagen.....	65
11.1 Gesamter Nachweisprozess .....	65
11.2 Einheitenzertifikat .....	67
11.3 Komponentenzertifikat .....	70
11.4 Anlagenzertifikat.....	70
11.5 Inbetriebsetzungsphase .....	77
12 Prototypen-Regelung .....	80
Anhang A (informativ) Begriffe „Erzeugungseinheit“ und „Erzeugungsanlage“ .....	82
Anhang B (informativ) Erläuterungen .....	83
B.1 Drehstrom- und Drehspannungssystem .....	83
B.2 Erläuterungen zur Sprunghaften Spannungsänderung .....	84
B.3 Kurzschlussverhalten von Erzeugungseinheiten (Typ 2-Anlagen) .....	84
B.4 „Fault-Ride-Through“-Kurven .....	85
B.5 Typischer Zyklus einer erfolglosen AWE im 110-kV-Netz .....	88
B.6 Ermittlung des k-Faktors am Netzanschlusspunkt.....	88
B.7 Formeln für die Beschreibung der dynamischen Netzstützung .....	89
B.8 Richtungsdefinition von P und Q.....	90
B.9 Oberschwingungen und Zwischenharmonische .....	91
Anhang C (normativ) Weitere Festlegungen .....	94
C.1 Toleranzbereich für den zusätzlichen Blindstrom .....	94
C.2 Prinzipielles Reglerverhalten.....	95
C.3 Prozessdatenumfang .....	95
Anhang D (informativ) Beispiel für einen 110-kV-Stichanschluss .....	97
Anhang E (normativ) Vordrucke .....	98
E.1 Antragstellung .....	98
E.2 Datenblatt zur Beurteilung von Netzurückwirkungen .....	99
E.3 Netzanschlussplanung .....	101
E.4 Errichtungsplanung .....	101
E.5 Inbetriebsetzungsprotokoll für Übergabestationen .....	102
E.6 Datenblatt einer Erzeugungsanlage – Hochspannung .....	103
E.7 Netzbetreiber-Abfragebogen.....	107
E.8 Inbetriebsetzungsprotokoll für Erzeugungseinheiten.....	113
E.9 Konformitätserklärung für Erzeugungsanlagen.....	115
E.10 Einheitenzertifikat.....	118
E.11 Komponenten-Zertifikat.....	119
E.12 Anlagenzertifikat.....	120
Anhang F (normativ) Schreiber zur Aufzeichnung von Störungen und zur Erfassung der Spannungsqualität .....	121
Literaturhinweise .....	123
Bild 1 – Inbetriebsetzungsphasen .....	23
Bild 2 – Zulässiger Bereich des Verschiebungsfaktors $\cos \varphi$ bei Wirkleistungsbezug der Kundenanlage (dargestellt im Verbraucherzählpeilsystem) .....	27
Bild 3 – Anforderungen an den quasistationären Betrieb von Erzeugungsanlagen .....	38
Bild 4 – Varianten der Anforderungen an Erzeugungsanlagen an die Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt .....	40
Bild 5 – Varianten der PQ-Diagramme der Erzeugungsanlage am Netzanschlusspunkt im Verbraucherzählpeilsystem.....	41

	Seite
Bild 6 – Beispiel für eine $Q(U)$ -Kennlinie .....	43
Bild 7 – Beispiel für eine $Q(P)$ -Kennlinie .....	45
Bild 8 – Fault-Ride-Through-Grenzkurve (FRT) für den Spannungsverlauf am Netzanschlusspunkt für eine Erzeugungsanlage vom Typ 1 .....	47
Bild 9 – Fault-Ride-Through-Grenzkurve für den Spannungsverlauf am Netzanschlusspunkt für eine Erzeugungsanlage vom Typ 2 .....	48
Bild 10 – Prinzip der Spannungsstützung bei Netzfehlern .....	50
Bild 11 – Anforderungen an die Abgabeleistung der Erzeugungsanlage in Abhängigkeit der Netzfrequenz .....	51
Bild 12 – Anforderung an die Abgabeleistung der Erzeugungseinheiten im dynamischen Kurzzeitbereich .....	52
Bild 13 – Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz .....	53
Bild 14 – Prinzipskizze der Q-U-Schutzfunktion .....	58
Bild 15 – Schutzkonzept bei Anschluss von Erzeugungsanlagen im Stich .....	61
Bild 16 – Beispiel für eine Prüfklemmenleiste .....	62
Bild 17 – Bildung des Freigabesignals am Netzanschlusspunkt .....	63
Bild 18 – Funktionsschema Wiederzuschaltung eines Kuppelschalters (der Erzeugungseinheiten) .....	63
Bild 19 – Darstellung des Nachweisprozesses .....	66
Bild A.1 – Erzeugungsanlage mit Netztransformator .....	82
Bild A.2 – Erzeugungsanlage ohne Netztransformator .....	82
Bild B.1a – Symmetrische Quellenspannung .....	83
Bild B.1b – Ersatzschaltbild für eine Erzeugungsanlage und/oder ein Drehstromnetz .....	83
Bild B.2 – Beispiel für eine Sprunghafte Spannungsänderung .....	84
Bild B.3 – Darstellung von Erzeugungseinheiten mit Stromquellen in symmetrischen Komponenten .....	85
Bild B.4 – Darstellung einer Erzeugungseinheit mit Spannungsquelle in symmetrischen Komponenten .....	85
Bild B.5 – Beispiel für eine Fault Ride-through Kurve sowohl für symmetrische (rot) als auch unsymmetrische (grün) Fehler .....	86
Bild B.6 – Beispiel für eine FRT-Kurve im Vergleich der Spannungen am Netzanschlusspunkt und im Eigenbedarf für einen 3-poligen Kurzschluss am Netzanschlusspunkt .....	86
Bild B.7 – Beispiel für eine FRT-Kurve im Vergleich der Spannungen am Netzanschlusspunkt und im Eigenbedarf für einen 2-poligen Fehler mit einer Restspannung von $0,41 U$ am Netzanschlusspunkt .....	87
Bild B.8 – Beispiel für eine FRT-Kurve und Netzspannungsverläufe für unterschiedliche 3-polige Fehler .....	87
Bild B.9 – Beispiel eines Spannungsverlaufes während einer erfolglosen AWE im Hochspannungsnetz .....	88
Bild B.10 – Beispiel eines Windparks zur Ermittlung der $k$ -Faktoren .....	89
Bild B.11 – Positive Richtung von Spannungen und Strömen. Ein Betriebsmittel kann z. B. ein Kabel, eine Erzeugungsanlage, eine Erzeugungseinheit oder ein FACTS-Element sein. ....	90
Bild B.12 – Scheinleistungskreis .....	91
Bild C.1 – Toleranzbereich für $\Delta i_B$ .....	94
Bild C.2 – Prinzipielles Reglerverhalten einer Erzeugungsanlage .....	95
Bild D.1 – Beispiel für einen 110-kV-Stichanschluss .....	97
Tabelle 1 – Zeitplan zur Errichtung eines Netzanschlusses .....	20
Tabelle 2 – Auf die Netzkurzschlussleistung $S_{kV}$ im 110-kV-Netz am Netzverknüpfungspunkt bezogene zulässige Oberschwingungsströme $i_{v,\mu ZUL}$ in A/GVA .....	26
Tabelle 3 – Beispiele für Schutzfunktionen für einen Netztransformator .....	33
Tabelle 4 – Empfohlene Einstellwerte für den Schutz einer Erzeugungsanlage	

	Seite
am Netzanschlusspunkt .....	59
Tabelle 5 – Einstellwerte für den Schutz auf der Unterspannungsseite des Netztransformators.....	59
Tabelle 6 – Empfohlene Einstellwerte für den Schutz an der Erzeugungseinheit bei Anschluss der Erzeugungsanlage im Stich .....	60
Tabelle B.1 – Grenzwerte für zulässige Oberschwingungsspannungen, erzeugt durch Bezugs- und Erzeugungsanlagen am Hochspannungsnetz .....	92
Tabelle B.2 – Vergleich der zulässigen Oberschwingungsströme aller Erzeugungsanlagen am Hochspannungsnetz .....	93
Tabelle C.1 – Mindestanforderungen an den Prozessdatenumfang bei einem Einfachstich-Anschluss .....	96