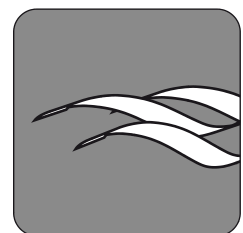
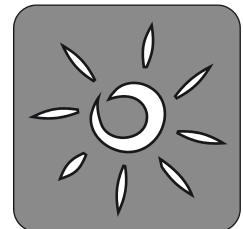
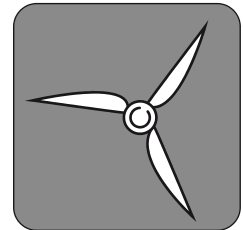


Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und -anlagen

TEIL 3 (TR 3)

**Bestimmung der elektrischen Eigenschaften
von Erzeugungseinheiten und -anlagen,
Speicher sowie für deren Komponenten am
Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz**

Revision 26
Stand 05.04.2022



Herausgeber:
FGW e.V.
Fördergesellschaft Windenergie
und andere Dezentrale Energien

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 241 vom 17.9.2015, S. 1)

Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz

Stand 05.04.2022

Herausgeber

FGW e.V.
Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien

Oranienburger Straße 45
10117 Berlin

Tel. +49 (0)30 30101505-0

Fax +49 (0) 30 30101505-1

E-Mail info@wind-fgw.de

Internet www.wind-fgw.de

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliothek; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrecht zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Herausgebers. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit wird auf die geschlechtsneutrale Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für beide Geschlechter.

Folgende Teile der Technischen Richtlinien der FGW sind erhältlich:

- Teil 1:** Bestimmung der Schallemissionswerte
- Teil 2:** Bestimmung von Leistungskennlinien und standardisierten Energieerträgen
- Teil 3:** Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz
- Teil 4:** Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie deren Komponenten
- Teil 5:** Bestimmung und Anwendung des Referenzertrages
- Teil 6:** Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen
- Teil 7:** Betrieb und Instandhaltung von Kraftwerken für erneuerbare Energien
 - Rubrik A:** Allgemeiner Teil
 - Rubrik A1:** Anlagenverantwortung
 - Rubrik B3:** Fachspezifische Anwendungserläuterung zur Überwachung und Überprüfung von Gründung und Tragstrukturen (GuT) bei Windenergieanlagen
 - Rubrik D2:** Zustands-Ereignis-Ursachen-Schlüssel für Erzeugungseinheiten (ZEUS)
 - Rubrik D3:** Globales Service Protokoll (GSP)
 - Rubrik D3 – Anhang A:** XML-Schemadokumentation
- Teil 8:** Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Stromnetz
- Teil 9:** Bestimmung der hochfrequenten Emission von regenerativen Energieerzeugungseinheiten
- Teil 10:** Bestimmung der Standortgüte nach Inbetriebnahme

Vorwort

Die Erarbeitung der Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen (seit 1998 auch FGW-Richtlinien genannt) begann 1992 mit dem Ziel, Messverfahren anzugeben, mit denen verlässliche und vergleichbare Daten über Windenergieanlagen (WEA) nach dem neuesten Stand der Technik ermittelt werden können. Die Messungen aus den drei Bereichen - Leistungskurve, Schallemission und Elektrische Eigenschaften - sollten als Grundlage zur Beurteilung von WEA, z. B. in Genehmigungsfragen, bei der Beurteilung von Netzanschlussmöglichkeiten oder für verlässliche Ertragsberechnungen dienen.

Inzwischen haben die einzelnen Technischen Richtlinien sowie die von unabhängigen Prüflaboren erstellten Prüfberichte in ihren Bereichen Geltung erlangt. Leistungskurven sind Grundlage von Kaufverträgen und Finanzierungszusagen, vermessene Schallemissionswerte finden sowohl in Kaufverträgen als auch im Zuge der Genehmigung Anwendung. Die Vermessung der elektrischen Eigenschaften entsprechend dieser Technischen Richtlinie wird von den Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern für Berechnungen zum Anschluss an deren Netze gefordert.

Erstellung der Richtlinien

Die inhaltliche Gestaltung der Technischen Richtlinien obliegt den entsprechenden Fachausschüssen und Arbeitskreisen. An der Erstellung dieser Richtlinien in den Arbeitskreisen waren beteiligt: Unabhängige Prüflabore, Immissionsschutzbehörden der Bundesrepublik Deutschland, Hersteller von Energieerzeugungseinheiten (EZE) und deren Komponenten, Netzbetreiber, Institute und Hochschulen, Ingenieurbüros, Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE (FNN), Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien (FGW e.V.).

Durchführung und Anerkennung der Messungen

Die Messungen nach den Technischen Richtlinien können von allen qualifizierten Prüflaboren durchgeführt werden. Über die Messung ist ein Prüfbericht unter Berücksichtigung der in dieser Richtlinie angegebenen Anforderungen zu erstellen. Auf Grundlage des Prüfberichts können die Ergebnisse auf den in dieser Richtlinie angegebenen Vorgaben in einem Auszug aus dem Prüfbericht (FGW-Stammblatt) zusammengefasst werden.

Es ist jedoch neben den in diesen Technischen Richtlinien beschriebenen Vorgaben zu beachten, dass die Stelle, die diese Messungen anerkennen soll, weitere Anforderungen an die Prüflabore stellen kann. So fordern Zertifizierungsstellen für EZE-Messungen, dass diese von nach DIN EN ISO/IEC 17025 [1] akkreditierten Prüflaboren durchgeführt werden.

FGW-Konformität

Unabhängige Prüflabore können die Qualität ihrer Arbeit durch das Führen eines Konformitätssiegels hervorheben. Zu diesem Zweck wird das Siegel unter den Prüfbericht (bzw. Auszug aus dem Prüfbericht) gesetzt. Die Berechtigung zum Führen des Konformitätssiegels kann von unabhängigen Prüflaboren beim Nachweis entsprechender Qualitätsmerkmale beantragt werden. Diese sind auf der Internet-Seite der FGW veröffentlicht.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Verwendete Abkürzungen	i
Symbole und Einheiten	iii
Begriffe und Definitionen	viii
1 Einleitung	1
2 Anwendungsbereich	2
3 Anforderungen	3
3.1 Allgemein	3
3.2 Messungen	3
3.2.1 Messaufbau	3
3.2.2 Messtechnik	4
3.2.3 Prüfbedingungen	7
3.2.4 Netzemulatoren	9
3.3 Auswertungen	10
3.4 Darstellung im Prüfbericht	10
3.4.1 Allgemeine Angaben	10
3.4.2 Angaben zur EZE bzw. EZA	11
3.4.3 Bezugswerte	11
3.4.4 Angaben zum Mess- und Testsystem	11
3.4.5 Prüfbedingungen	12
3.4.6 Messunsicherheiten	13
3.4.7 Auszug aus dem Prüfbericht	13
4 Durchführung und Auswertung der Messungen an EZE	14
4.1 Wirkleistungsabgabe	14
4.1.1 Wirkleistungsspitzen	14
4.1.1.1 Ziele	14
4.1.1.2 Prüfverfahren	14
4.1.1.3 Auswertungen	15
4.1.1.4 Darstellung im Prüfbericht	15
4.1.2 Wirkleistung nach Sollwertvorgabe	16
4.1.2.1 Ziel	16
4.1.2.2 Prüfverfahren	16
4.1.2.3 Auswertung	18
4.1.2.4 Darstellung im Prüfbericht	20
4.1.3 Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz	22
4.1.3.1 Ziele	22

4.1.3.2	Prüfverfahren	23
4.1.3.3	Auswertungen	29
4.1.3.4	Darstellungen im Prüfbericht.....	32
4.1.4	Bereitstellung von Primärregelleistung	36
4.1.4.1	Ziele.....	36
4.1.4.2	Prüfverfahren	36
4.1.4.3	Auswertungen	40
4.1.4.4	Darstellung im Prüfbericht.....	40
4.1.5	Wirkleistungsgradient nach Spannungslosigkeit	43
4.1.5.1	Ziele.....	43
4.1.5.2	Prüfverfahren	43
4.1.5.3	Auswertungen	44
4.1.5.4	Darstellung im Prüfbericht.....	45
4.2	Blindleistungsbereitstellung.....	46
4.2.1	Blindleistungsverhalten bei Sollwertvorgabe $Q = 0$	46
4.2.1.1	Ziel	46
4.2.1.2	Prüfverfahren	46
4.2.1.3	Auswerteverfahren.....	47
4.2.1.4	Darstellung im Prüfbericht.....	47
4.2.2	Vermessung des maximalen Blindleistungsstellbereichs (P-Q-Diagramm).....	49
4.2.2.1	Ziel	49
4.2.2.2	Prüfverfahren	49
4.2.2.3	Auswerteverfahren.....	50
4.2.2.4	Darstellung im Prüfbericht.....	50
4.2.3	Vermessung einzelner Arbeitspunkte des spannungsabhängigen P-Q-Diagramms.....	52
4.2.3.1	Ziel	52
4.2.3.2	Prüfverfahren	52
4.2.3.3	Auswerteverfahren.....	53
4.2.3.4	Darstellung im Prüfbericht.....	53
4.2.4	Blindleistung nach Sollwertvorgabe.....	54
4.2.4.1	Ziel	54
4.2.4.2	Prüfverfahren	54
4.2.4.3	Auswerteverfahren.....	55
4.2.4.4	Darstellung im Prüfbericht.....	56
4.2.5	Q(U)-Regelung	57
4.2.5.1	Ziel	57
4.2.5.2	Prüfverfahren	57
4.2.5.3	Auswerteverfahren.....	58
4.2.5.4	Darstellung im Prüfbericht.....	59

4.2.6	Q(P)-Regelung	61
4.2.6.1	Ziel	61
4.2.6.2	Prüfverfahren	61
4.2.6.3	Auswerteverfahren	62
4.2.6.4	Darstellung im Prüfbericht	62
4.2.7	Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion	63
4.2.7.1	Ziel	63
4.2.7.2	Prüfverfahren	63
4.2.7.3	Auswerteverfahren	64
4.2.7.4	Darstellung im Prüfbericht	64
4.3	Netzurückwirkungen	67
4.3.1	Flicker im Dauerbetrieb	67
4.3.1.1	Ziel	67
4.3.1.2	Prüfverfahren	67
4.3.1.3	Auswerteverfahren	68
4.3.1.4	Darstellung im Prüfbericht	70
4.3.2	Spannungsänderungen und Flicker während Schalthandlungen	71
4.3.2.1	Ziel	71
4.3.2.2	Prüfverfahren	71
4.3.2.3	Auswerteverfahren	72
4.3.2.4	Darstellung im Prüfbericht	74
4.3.3	Oberschwingungen	76
4.3.3.1	Ziel	76
4.3.3.2	Prüfverfahren	76
4.3.3.3	Auswerteverfahren	77
4.3.3.4	Darstellung im Prüfbericht	79
4.3.4	Unsymmetrien des Stroms	82
4.3.4.1	Ziel	82
4.3.4.2	Prüfverfahren	82
4.3.4.3	Auswerteverfahren	82
4.3.4.4	Darstellung im Prüfbericht	83
4.4	Trennung der EZE vom Netz	84
4.4.1	Ziel	84
4.4.2	Prüfverfahren	85
4.4.2.1	Allgemeine Anforderungen	85
4.4.2.2	Verdrahtungstest	85
4.4.2.3	Prüfung der Stern- oder Dreiecksspannung	85
4.4.2.4	Spannungs- und Frequenzschutz	85
4.4.2.5	Prüfung zum Ausfall der Hilfsenergie	85
4.4.2.6	Gesamtwirkungskette	85

4.4.3	Auswerteverfahren	86
4.4.4	Darstellung im Prüfbericht	86
4.5	Nachweis der Zuschaltbedingungen	88
4.5.1	Zuschalten ohne vorherige Schutzauslösung	88
4.5.1.1	Ziel	88
4.5.1.2	Prüfverfahren	88
4.5.1.3	Auswerteverfahren	89
4.5.1.4	Darstellung im Prüfbericht	89
4.5.2	Zuschalten nach Auslösung des Entkupplungsschutzes	91
4.5.2.1	Ziel	91
4.5.2.2	Prüfverfahren	92
4.5.2.3	Auswerteverfahren	93
4.5.2.4	Darstellung im Prüfbericht	94
4.6	Verhalten bei Störungen im Netz (FRT)	95
4.6.1	Allgemein	95
4.6.1.1	Ziel	95
4.6.1.2	Allgemeines Prüfverfahren	95
4.6.2	EZE vom Typ 1	99
4.6.2.1	Prüfverfahren	99
4.6.2.2	Auswerteverfahren (Typ 1)	103
4.6.2.3	Darstellung (Typ 1)	104
4.6.3	EZE vom Typ 2	108
4.6.3.1	Prüfverfahren	108
4.6.3.2	Auswerteverfahren (Typ 2)	112
4.6.3.3	Darstellung im Prüfbericht	116
4.7	Nachweis des Arbeitsbereiches hinsichtlich Spannung und Frequenz	122
4.7.1	Ziel	122
4.7.2	Prüfverfahren	122
4.7.3	Auswerteverfahren	123
4.7.4	Darstellung im Prüfbericht	124
5	Durchführung und Auswertung der Messungen an EZA	125
5.1	Oberschwingungsmessungen an der EZA	125
5.1.1	Ziel	125
5.1.2	Prüfverfahren	125
5.1.3	Auswerteverfahren	126
5.1.4	Darstellung im Prüfbericht	126
5.2	Trennung der EZA vom Netz	126
5.2.1	Ziel	126
5.2.2	Prüfverfahren	126

5.2.2.1	Verdrahtungsprüfung	128
5.2.2.2	Prüfung des Zählpeilsystems.....	128
5.2.2.3	Spannungs- und Frequenzschutz.....	128
5.2.2.4	Q-U-Schutz	128
5.2.2.5	UMZ-Schutz	128
5.2.2.6	Ausfall der Hilfsenergie	128
5.2.2.7	Gesamtwirkungskette	128
5.2.3	Auswerteverfahren	128
5.2.4	Darstellung im Prüfbericht	129
6	Durchführung und Auswertung der Messungen an Komponenten	131
6.1	EZA-Regler	131
6.1.1	Allgemeine Festlegungen	131
6.1.2	Messaufbau	132
6.1.3	Ermittlung der Einstellgenauigkeit	134
6.1.3.1	Allgemein.....	134
6.1.3.2	Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$	135
6.1.3.3	Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion.....	135
6.1.3.4	Kennlinie Q(U).....	138
6.1.3.5	Kennlinie Q(P) (nur für VDE-AR-N 4110).....	141
6.1.3.6	Wirkleistung P.....	142
6.1.4	Ermittlung der Einschwingzeit.....	142
6.1.4.1	Allgemein.....	142
6.1.4.2	Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$	144
6.1.4.3	Blindleistung Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion.....	145
6.1.4.4	Kennlinie Q(U).....	147
6.1.4.5	Kennlinie Q(P).....	148
6.1.4.6	Wirkleistung P.....	149
6.1.5	Ermittlung Des Umschaltverhaltens	150
6.1.5.1	Ziel	150
6.1.5.2	Prüfverfahren	150
6.1.5.3	Auswerteverfahren.....	151
6.1.5.4	Darstellung im Prüfbericht.....	151
6.1.6	Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz.....	151
6.1.6.1	Ziel	151
6.1.6.2	Prüfverfahren	152
6.1.6.3	Auswerteverfahren.....	154
6.1.6.4	Darstellung im Prüfbericht.....	154
6.1.7	Bereitstellung vom Primärregelleistung	157
6.1.7.1	Ziele.....	157

6.1.7.2	Prüfverfahren	157
6.1.7.3	Auswerteverfahren.....	160
6.1.7.4	Darstellung im Prüfbericht.....	160
6.1.8	Verhalten bei technischen Störungen	162
6.1.8.1	Ausfall der Versorgungsspannung	162
6.1.8.2	Kommunikationsleitungen.....	163
6.1.9	Reglerüberbrückung (slave-mode).....	164
6.1.9.1	Ziel	164
6.1.9.2	Prüfverfahren	164
6.1.9.3	Auswerteverfahren.....	164
6.1.9.4	Darstellung im Prüfbericht.....	164
6.1.10	Priorisierung der Vorgabe des Sollwerts.....	165
6.1.10.1	Ziel	165
6.1.10.2	Prüfverfahren	165
6.1.10.3	Auswertungsverfahren.....	165
6.1.10.4	Darstellung im Prüfbericht.....	165
6.1.11	Ermittlung des Wirkleistungsgradienten nach Spannungslosigkeit	166
6.1.11.1	Ziel	166
6.1.11.2	Prüfverfahren	166
6.1.11.3	Auswertungsverfahren.....	166
6.1.11.4	Darstellung im Prüfbericht.....	166
6.1.12	Zuschalten nach Auslösung des Entkupplungsschutzes	166
6.1.12.1	Ziel	166
6.1.12.2	Prüfverfahren	167
6.1.12.3	Auswerteverfahren.....	168
6.1.12.4	Darstellung im Prüfbericht.....	168
6.2	Prüfung der FRT-Fähigkeit von Hilfsaggregaten	169
6.2.1	Ziel.....	169
6.2.2	Prüfverfahren.....	169
6.2.3	Auswertung.....	170
6.2.4	Darstellung im Prüfbericht	170
6.3	Synchrongenerator.....	170
6.4	Spannungsregler	171
6.5	Primärregler	171
6.6	Blindleistungsbereitstellung aktive statische Kompensationsanlage	171
6.6.1	Vermessung des maximalen Blindleistungsstellbereichs	171
6.6.1.1	Ziel	171
6.6.1.2	Prüfverfahren	171
6.6.1.3	Auswerteverfahren.....	172
6.6.1.4	Darstellung im Prüfbericht.....	172

6.6.2	Vermessung einzelner Arbeitspunkte des spannungsabhängigen Blindleistungsstellbereichs	172
6.6.2.1	Ziel	172
6.6.2.2	Prüfverfahren	172
6.6.2.3	Auswerteverfahren	173
6.6.2.4	Darstellung im Prüfbericht	173
6.6.3	Blindleistung nach Vorgabe des Sollwerts	173
6.6.3.1	Ziel	173
6.6.3.2	Prüfverfahren	173
6.6.3.3	Auswerteverfahren	175
6.6.3.4	Darstellung im Prüfbericht	175
6.7	Prüfungen von Schutzeinrichtungen	176
6.7.1	Ziel	176
6.7.2	Prüfverfahren	176
6.7.2.1	Allgemeine Anforderungen zur Prüfung	176
6.7.2.2	Verdrahtungsprüfung	177
6.7.2.3	Zählpeilsystem	177
6.7.2.4	Prüfung der Auswertung Stern- oder Dreieckspannung	177
6.7.2.5	Spannungs- und Frequenzschutz	177
6.7.2.6	Q-U-Schutz	183
6.7.2.7	UMZ-Schutz	190
6.7.2.8	Prüfung zum Ausfall der Hilfsenergie	192
6.7.3	Auswerteverfahren	193
6.7.4	Darstellung im Prüfbericht	193
6.8	Ermittlung der Oberschwingungen eines Synchrongenerators	196
6.8.1	Ziel	196
6.8.2	Prüfverfahren	196
6.8.3	Auswerteverfahren	197
6.8.4	Darstellung im Prüfbericht	198
7	Einzelnachweisverfahren für EZE / EZA mit direkt gekoppeltem Synchrongenerator	200
7.1	Allgemeines	200
7.1.1	Ort der Messungen	200
7.1.2	Erforderliche Dokumentation	200
7.1.2.1	Synchrongenerator mit Regel- und Schutzeinrichtungen	200
7.1.2.2	Antriebseinheiten mit Regel- und Schutzeinrichtungen	201
7.1.3	Messaufbau	202
7.1.3.1	Synchrongenerator mit Regeleinrichtungen	202
7.1.3.2	Antriebseinheiten mit Schutzeinrichtungen	203
7.1.4	Messtechnik	204

7.1.4.1	Anforderungen an die Hardware	204
7.1.4.2	Anforderungen an die Aufzeichnung der Messsignale	205
7.1.5	Messbedingungen.....	207
7.1.6	Darstellung im Prüf- und Messbericht.....	208
7.1.6.1	Allgemeine Angaben	208
7.1.6.2	Angaben zur Erzeugungseinheit und Erzeugungsanlage	208
7.1.6.3	Bezugs- und Maximalgrößen der Erzeugungseinheit und Erzeugungsanlage	209
7.1.6.4	Angaben zum Mess- und Prüfsystem.....	210
7.1.6.5	Mess- und Prüfbedingungen	210
7.1.6.6	Messunsicherheiten	210
7.2	Durchführung und Auswertung der Messungen	210
7.2.1	Durchführung und Auswertung der Messungen an der EZA	210
7.2.1.1	Wirkleistungsabgabe der Erzeugungsanlage.....	211
7.2.1.2	Blindleistungsbereitstellung der Erzeugungsanlage.....	217
7.2.1.3	Netzurückwirkungen.....	223
7.2.1.4	Trennung der EZE vom Netz.....	227
7.2.1.5	Nachweis der Zuschaltbedingungen	227
7.2.1.6	Fähigkeit zur Bereitstellung von Primärregelleistung	227
7.2.1.7	Abfangen auf Eigenbedarf	229
7.2.1.8	Nachweis der Schwarzstartfähigkeit	229
7.2.2	Messungen zur Validierung VON EZE / EZA-Modellen	230
7.2.2.1	Umfang der Messungen	230
7.2.2.2	Verhalten der Blindleistungsabgabe	230
7.2.2.3	Verhalten der Wirkleistungsabgabe.....	236
	Literaturverzeichnis	240
	Inhaltsverzeichnis Anhänge	244

Verwendete Abkürzungen

AC	Wechselstrom bzw. Wechselspannung AC (Alternating Current)
AVE	Average bzw. Mittelwert
AVR	Automatic Voltage Regulator (Spannungsregler)
AWE	Automatische Wiedereinschaltung
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BDEW-MSR	BDEW Mittelspannungsrichtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“
BHKW	Blockheizkraftwerk
CHP	Combined Heat and Power
DASM	Doppeltgespeiste Asynchronmaschine
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EMC	Electromagnetic compatibility
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm
EZA	Erzeugungsanlage
EZE	Erzeugungseinheit, einzelne Einheit zur Erzeugung von elektrischer Energie
FACTS	Flexible Alternating Current Transmission System
FGW	FGW e.V. Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien
FNN	Forum für Netzbetrieb / Netztechnik im VDE
FRT	Fault-Ride-Through
GuD	Gas- und Dampfkraftwerk
HöS-Netz	Höchstspannungsnetz
HS-Netz	Hochspannungsnetz
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	Internationale Organisation für Normung
MP1	Messpunkt 1. Der netzseitige Messpunkt an einer Prüfeinrichtung. (Meistens an der Mittelspannungsebene)
MP2	Messpunkt 2. Der EZE-seitige Messpunkt an einer Prüfeinrichtung. (Meistens an der Oberspannungsseite (Mittelspannung) des EZE-Transformators)
MP3	Messpunkt 3. Der EZE-seitige Messpunkt. (Meistens an der Unterspannungsseite (Niederspannung) des EZE-Transformators)
MPP	Maxium Power Point (Arbeitspunkt maximaler Leistungsabgabe z.B. von PV-Modulen)
MS-Netz	Mittelspannungsnetz
NAP	Netzanschlusspunkt

NAR	Netzanschlussregeln
NB	Netzbetreiber
OEL	Over-Excitation-Limiter (Übererregungsbegrenzung des AVR)
OS	Oberschwingung
OVRT	Over-Voltage-Ride-Through bzw. Durchfahren der Überspannung
p.u.	Hilfsmaßeinheit bezogen auf einen Bezugswert. In vorliegender Richtlinie werden die Nennspannung, Nennscheinleistung und Nennstrom als Bezugswerte herangezogen.
PSG	Parallelschaltgerät
PV	Photovoltaik
STATCOM	Static Synchronous Compensator
SVC	Static Var Compensator
TAB	Technische Anschlussbedingungen
TAR-HöS	Technische Anschlussregeln Höchstspannung (VDE-AR-N 4130 [2])
TAR-HS	Technische Anschlussregeln Hochspannung (VDE-AR-N 4120 [3])
TAR-MS	Technische Anschlussregeln Mittelspannungspannung (VDE-AR-N 4110 [4])
TR	Technische Richtlinie
UEL	Under-Excitation-Limiter (Untererregungsbegrenzung des AVR)
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UVRT	Under-Voltage-Ride-Through bzw. Durchfahren des Spannungseinbruchs
UW	Umspannwerk
VDN	Verband der Netzbetreiber e.V. beim VDEW
VKM	Verbrennungskraftmaschine
WEA	Windenergieanlage

Symbole und Einheiten

Symbol	Bedeutung	Einheit
v	Ordnungszahl einer Oberschwingung	-
ΔI_B	Blindstromabweichung	A
ΔU_r	Relevante Spannungsabweichung	V
μ	Ordnungszahl einer Zwischenharmonischen (Index)	-
A	Amplitude	-
a_r	Stellquerschnitt des Mediums der Antriebsmaschine	pu
b	Anteil höherer Frequenzen (Mittelfrequenz)	-
b_p	P-Grad des Drehzahl-Reglers	%
$b_{p\ddot{o}}$	örtlicher P_grad des Drehzahlregler	%
$c(\psi_k)$	Flickerbeiwert	-
c_D	Dämpfungskonstante	pu
f	Frequenz	pu
$f<$	Frequenzrückgangsschutz	Hz
$f>$	Frequenzsteigerungsschutz	Hz
f_n	Nennfrequenz	Hz
G(s)	Übertragungsfunktion	-
I	Strom	A
I_B	Blindstrom	A
I_f	Erregerstrom	A
I_{f0}	Leerlauferregerstrom	A
I_{fK}	Kurzschlusserregerstrom	A
I_k''	Anfangskurzschlusswechselstrom	A
I_{max}	Maximaler Strom	A
I_n	Nennstrom	A
I_{n_sw}	Wandler-Nennstrom (sekundärseitig)	A
I_r	Bemessungsstrom	A
K	Proportionalitätskonstante (k-Faktor)(k_{set} und k_{meas})	-
$k_f(\psi_k)$	Flickerformfaktor	-
K_L	Verstärkung des Leistungsreglers	pu
$k_u(\psi_k)$	Spannungsänderungsfaktor	-
M	Moment	Nm
N	Nenner	-
N_{10}	Maximale Anzahl von Schaltvorgängen innerhalb eines Zeitabschnittes von 10 Minuten	-

N_{120}	Maximale Anzahl von Schaltvorgängen innerhalb eines Zeitabschnittes von 120 Minuten	-
P	Wirkleistung	W
P_0	Startwert der Wirkleistung für einen Wirkleistungssprung	W
$P_{0,2}$	Maximaler Wirkleistungs-Spitzenwert des Gesamtsystems (Mittelungszeitraum 0,2 Sekunde)	W
P_{10}	Wirkleistung des Gesamtsystems als 10-Sekunden-Mittelwert	W
P_{60}	Maximaler Wirkleistungs-Spitzenwert des Gesamtsystems (Mittelungszeitraum 1 Minute)	W
P_{600}	Maximaler Wirkleistungs-Spitzenwert des Gesamtsystems (Mittelungszeitraum 10 Minuten)	W
P_{AV}	Vereinbarte Anschlusswirkleistung der Kundenanlage	W
P_{binst}	Die in Betrieb befindliche installierte Wirkleistung	W
$P_{min DC Output}$	Minimale Wirkleistung der DC-Quelle	W
P_{mom}	Momentaner Wert der Wirkleistung	W
P_n	Nennwirkleistung	W
P_{rE}	Bemessungswirkleistung	W
P_{ref}	Referenzwirkleistung	W
P_{st}	Kurzzeitflickerstörfaktor	-
$P_{st, fic}$	Kurzzeitflickerstärke am fiktiven Verbundnetz	-
$P_{verfügbar}$	Verfügbare Wirkleistung	W
Q	Blindleistung	VA
R	Ohm'scher Widerstand	Ω
R_1	Ständerwiderstands	Ω
S_k	Kurzschlussleistung	VA
$S_{k, fic}$	Kurzschlussleistung am fiktiven Verbundnetz	VA
S_n	Nennscheinleistung	VA
T	Zeitkonstante	s
T_A	Turbosatzanlaufzeitkonstante	s
THC	Total Harmonic Current Distortion	
THDS _U	Subgroup Total Harmonic Distortion	
T_p	Dauer des Auswertebereichs einer Schalthandlung	s
T_v	Anfängliche Zeitverzögerung	s
U	Spannung	V
$U<$ und $U<<$	Spannungsrückgangsschutz	V
$U>$ und $U>>$	Spannungssteigerungsschutz	V
u_0	Ideale Spannungsquelle	V

U_c	Zwischen dem Netzbetreiber und dem Anschlussnehmer vereinbarte Versorgungsspannung	V
$U_{fic,max}$	Größter Effektivwert einer Netzperiode am fiktiven Verbundnetz beim Schaltvorgang	V
$U_{fic,min}$	Kleinster Effektivwert einer Netzperiode am fiktiven Verbundnetz beim Schaltvorgang	V
U_{MPPmax}	Obere Spannungsgrenze des Maximum-Power-Point (MPP)	V
U_{MPPmin}	Untere Spannungsgrenze des Maximum-Power-Point (MPP)	V
U_n	Nennspannung (U_c wird in der VDE-AR-N 4110 [4] verwendet und in der Regel der Nennspannung gleichgesetzt.)	V
$U_{n,sw}$	Wandler-Nennspannung (sekundärseitig)	V
$U_{P,v}$	Harmonische der Polradspannung	V
$U_{P0,v}$	Gemessene Oberschwingungsspannung eines Synchrongenerators bei Leerlauf	V
U_{pre}	Vorfehlerspannung	V
u_R	Regler-Ausgangssignal	[pu]
$U_{rück}$	Rückfallwert eines Schutzrelais, ab dem die vorherige Anregung des Schutzrelais wieder zurückgenommen wird.	V
U_t	Spannungstotband	V
v	Windgeschwindigkeit	m/s
v_n	Nennwindgeschwindigkeit	m/s
X	Zustandsgröße	-
X_v	Maschinenreaktanz	Ω
y_T	Position des Stellorgans zur Leistungsentbindung der Antriebsmaschine	pu
Z	Zähler	-
α	Synchronisierziffer	pu
δ_p	Generatorlastwinkel (äußerer Polradwinkel)	rad
ε	Fehlersignal (Regler)	pu
ε	Abweichung zwischen gemessenem und simuliertem Signal	pu
η	Wirkungsgrad	-
θ	Massenträgheitsmoment	kgm ²
ϑ	Temperatur	°C
λ	Eigenwert	-
σ	Eigenwertrealteil	-
φ_p	Polradwinkel (innerer Polradwinkel)	rad
φ_u	Spannungswinkel	rad

Ψ_k	Netzimpedanzwinkel am Knoten k	°
ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s

Indizes

CFCT	Critical Fault Clearing Time
D	Dämpfung
D	Dampf
HD	Hochdruck
N	Nennwert
ND	Niederdruck
R	Regler
S	Regelstrecke
SE	Stelleinrichtung
T	Turbine
ä	äußerer
d	Längsachse
e, err	Erreger, Erregung
el	elektrisch
f	Erreger
i	Nummer der EZE innerhalb einer EZA
i	Zustandsgröße i
i	innerer
Ist	Istwert
L	Last
m	gemessen
max	maximaler Wert
min	Minimaler Wert
mom	momentaner Wert
O	stationär, Anfangswert
P	Polrad
Q	Querachse
S	simuliert
S	Stator
soll	Sollwert
Z	Störung
_xMin	über x Minuten gemittelter Wert
_xSec	über x Sekunden gemittelter Wert

_123	Betriebswert = 123
∞	eingeschwungener Zustand
+	Mitsystem
-	Gegensystem
0	Leerlauf

Schreibweisen

I, i	Absolutwerte sind groß geschrieben. Auf den Nennwert bezogene Größen sind klein geschrieben
I'	Transiente Werte haben einen Strich
I''	Subtransiente Werte haben zwei Striche
∞	unendlich

Kennzeichnungen

a, b, c	Leiterstränge der Betriebsmittel
AVR	Spannungsregler (Automatic Voltage Regulator)
D	Dämpfungswicklung in der Längsachse
E	Erregereinrichtung
G	Generator
L1, L2, L3	Leiter des Drehstromsystems
N	Netz
PI	Proportional-Integral (Regler)
PID	Proportional-Integral-Differential (Regler)
Q	Dämpferwicklung in der Querachse
R	Regler
TR	Transformator
U, V, W	Leiterstränge der Betriebsmittel
V	Verbraucher
w	Führungsgröße

Begriffe und Definitionen

Siehe Begriffe und Definitionen FAEE