



**BUREAU
VERITAS**

Unbedenklichkeitsbescheinigung

Hersteller / Antragsteller: SolarEdge Technologies Ltd.
1 HaMada Street
Herzliya 4673335
Israel

Typ Erzeugungseinheit:	Photovoltaikwechselrichter			
Name der EZE:	SE25K	SE27.6K	SE33.3K	--
Wirkleistung (Nennleistung bei Nennbedingungen) [kW]:	25000	27600	33300	--
Bemessungsspannung:	220/230 Vac, L-N 380/400 Vac, L-L	220/230 Vac, L-N 380/400 Vac, L-L	277 Vac, L-N 480 Vac, L-L	--
Firmware Version:	ab DSP1: 1.13 / DSP2: 2.20			

Netzanschlussregel: TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs B (Maximalkapazität ≥ 250 kW und < 35 MW und Nennspannung < 110 kV); Version 1.1

**Mitgeltende Normen /
Richtlinien:**

OVE-Richtlinie R25:2020-03

Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten (Generatoren) vorgesehen zum Anschluss und Parallelbetrieb an Niederspannungsverteilnetzen

Technische Richtlinien: FGW TR3 Rev. 25, FGW TR4 Rev. 9

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

Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie Komponenten

Die im Zertifikat aufgeführte Erzeugungseinheit wurde nach den, in der Netzanschlussregel referenzierten, technischen Richtlinien geprüft und zertifiziert. Die in der Netzanschlussregel geforderten elektrischen Eigenschaften werden erfüllt hinsichtlich:

- Frequenzhaltung
- Robustheit und dynamischer Netzstützung
- statischer Spannungshaltung
- Netzmanagement und Systemschutz (auf Einheitenebene)
- Synchronisierung und Netzwiederaufbau
- Netzzrückwirkungen

Anmerkung (Einschränkung und Abweichung): Eine Prüfklemmleiste ist bei Bedarf separat nachzurüsten.

Das Zertifikat beinhaltet folgende Angaben:

- technische Daten der Erzeugungseinheit, der eingesetzten Hilfseinrichtungen und der verwendeten Softwareversion
- schematischen Aufbau der Erzeugungseinheit
- Referenz-Prüfberichte

Projektnummer: 14TH0476

Zertifizierungsprogramm: NSOP-0032-DEU-ZE-V01

Zertifikatsnummer: U21-0630

Ausstellungsdatum: 2021-07-05

Zertifizierungsstelle



Thomas Lammel

Zertifizierungsstelle der Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17065

Eine auszugsweise Darstellung des Zertifikats bedarf der schriftlichen Genehmigung der Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH



BUREAU
VERITAS

Anhang zum Einheitenzertifikat Nr. U21-0630

Anhänge im Zertifikat U21-0630

Inhaltsverzeichnis

Anhang 1 – Referenzen 3

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten 4

Beschreibung der Erzeugungseinheiten 4

Beschreibung der Schnittstellen zur Regelung von Wirk- und Blindleistung 8

Anhang 3 – Zusammenfassung des Prüfberichts OVE-Richtlinie R 25 10

Anhang 4 – Zusammenfassung der Prüfberichte Technische Richtlinien: FGW TR3 Rev. 25, FGW TR4 Rev. 9 11

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten 12



BUREAU
VERITAS

Anhang zum Einheitenzertifikat Nr. U21-0630

Anhang 1 – Referenzen

Dieses Zertifikat beruht auf folgenden Dokumenten:

Referenz	Richtlinien
[R.1]	TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs A und von Kleinstenerzeugungsanlagen (Maximalkapazität < 250 kW und Nennspannung < 110 kV) Version 1.1, 2019-12-12
[R.2]	TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs B (Maximalkapazität \geq 250 kW und < 35 MW und Nennspannung < 110 kV) Version 1.1, 2019-12-12
[R.3]	OVE-Richtlinie R 25: 2020-03-01 Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten (Generatoren) vorgesehen zum Anschluss und Parallelbetrieb an Niederspannungs-Verteilernetzen
[R.4]	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung), VDE-AR-N 4110:2018-11
[R.5]	Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen Teil 3 (TR3), Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz, Revision 25, Stand 01.09.2018
[R.6]	Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen Teil 4 (TR4), Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie deren Komponenten, Revision 09, Stand 01.02.2019
[R.7]	EN 50549-2:2019 Anforderungen für zum Parallelbetrieb mit einem Verteilnetz vorgesehene Erzeugungsanlagen - Teil 2: Anschluss an das Mittelspannungsverteilstromnetz für Erzeugungsanlagen bis einschließlich Typ B

Referenz	Zertifikate
[Z.1]	Unbedenklichkeitsbescheinigung nach TOR Erzeuger Typ A:2019-12, ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 25.02.2021 U21-0179
[Z.2]	Einheitenzertifikat nach VDE-AR-N 4110:2018-11 ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 07.05.2021 21-0419_0

Referenz	Prüfberichte
[P.1]	Prüfbericht gemäß OVE-Richtlinie R 25: 2020-03-01, ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 24.02.2021 14TH0476-OVE-directive R25_0
[P.2]	TR3 Prüfbericht gemäß FGW TR3 Rev.25, ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 19.04.2021 14TH0476_TR3_Rev.25_0
[P.3]	TR4 Prüfbericht gemäß FGW TG4 Rev.09, ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 07.05.2021 14TH0476_TR4_Rev9_0
[P.4]	Prüfbericht zum Nachweis der Konformität mit EN 50549-2:2019, ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 12.10.2020 14TH0476-EN50549-2_0



BUREAU
VERITAS

Anhang zum Einheitenzertifikat Nr. U21-0630

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

Beschreibung der Erzeugungseinheiten

Hersteller / Antragsteller:	SolarEdge Technologies Ltd. 1 HaMada Street Herzliya 4673335 Israel			
Typ Erzeugungseinheit:	Photovoltaikwechselrichter			
Name der EZE:	SE25K	SE27.6K	SE33.3K	--
Wirkleistung [kW]:	25000	27600	33300	--
Scheinleistung [kVA]:	25000	27600	33300	--
Bemessungsspannung [V]:	220/230 Vac, L-N 380/400 Vac, L-L	220/230 Vac, L-N 380/400 Vac, L-L	277 Vac, L-N 480 Vac, L-L	--
Bemessungsstrom (AC) I_r [A]:	3x38	3x40	3x40	--
Firmware Version:	ab DSP1: 1.13 / DSP2: 2.20			

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten



2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

2.2. Description of the power generating unit

The photovoltaic converter converts DC voltage, generated by photovoltaic modules, into AC voltage. The input of the inverter is fed by the SolarEdge Power Box which is a MPP tracking junction box for solar panels. Thus the inverter itself does not have any MPP tracking implemented. The unit is three-phase.

Description of the power circuit (Figure 2)

Both PV input connectors are wired in parallel and EMC filtered by X/Y capacitors and inductors, in addition the input is protected against transient over-voltages by Varistor VR101 and VR102 in series to the surge arrester SA101. The energy is stored in the two banks (according to bridge topology) of electrolytic capacitors:

C779-C782, –upper bank, C783-C786, –lower bank PWM modulated by the three level bridge formed by IGBT modules: IGBT700, IGBT730 and IGBT760. This output signal is filtered by LCL filter formed by, L200, C211 and L211 for L1, L201, C212 and L212 for L2 and L203, C213 and L213 for L3. The capacitor discharge is controlled by IGBT140 for the upper bank and IGBT 120 for the lower bank which shorts the resistors R130, R131 and R132, R133 respectively between V_DC+ and V_DC-.

Due to the transformerless technology of the inverter, there are two power relays in series to the power bridge in order to ensure the safe disconnection of the system also in the case of a single fault. In addition there is a RCD, Type B implemented. The inverters output is EMC filtered and also protected by Varistor VR200... VR252 in series to a surge arrester SA250 to earth.

The Digital board realizes the redundancy of the safety functionality of the unit.

There are two DSP's monitoring independent from each other the grid voltage and frequency as well as residual current. Both can disable the power bridge and open the relays in case of fault.

The voltage is one time measured directly on the PWM filter and one time on the AC output after the relays.

The isolation measurement before start-up is monitored only by one DSP since its redundancy is guaranteed by the RCD. Residual currents are detected by the current sensor U601, driven by U600. The output signals I_rcd and I_rcd2 are wired to both DSP's. Additionally the drivers for the current sensor have an integrated hardware shutdown to guarantee its fail-safety.

The dc-injection (signal DC_Current_measurement) is active compensated, in case of fault there is a disconnection if the dc-injection exceeds certain limits.

Before every start-up the safety functions are verified, including test of the relays. The unit monitors the grid voltage for at least 60s before it connects to the grid.

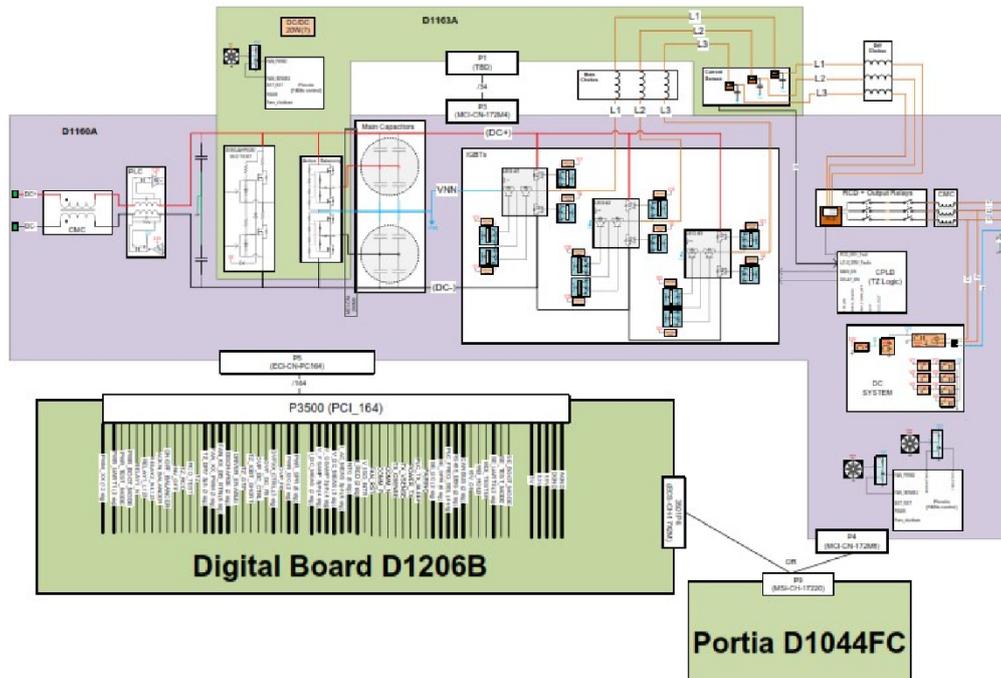


Figure 2 – Block diagram of the power circuit

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten



Annex to the Type Certificate no. 21-0419_0

Page 14 of 89

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

Description of the differences of the models within a series:

The inverters of the SExx.xK series consist of following models: SE25K, SE27.6K, and SE33.3K. The units of the series are identical hardware platforms. They use the same control unit, control system and software.

There is no difference regarding AC behavior between the PGU-types apart from the power rating deviation and current limitation of each unit. The different powers between SE25K and SE27.6K are realized by software derating. The different powers between SE25K and SE33.3K are realized by a higher output voltage. The SE33.3K is for 480V grids the SE25K and SE27.6K for 400V grids. The models are equipped with two DC inputs.

The Synergy types SE55K, SE82.8K and SE100K are comprised of several units of the SE27.6K and SE33.3K.

The Synergy SE55K is made up by 2 x SE27.6K the SE82.8K by 3 x SE27.6K.

The Synergy SE100K is comprised of 3 x SE33.3K.

Within the Synergy types SE27.6K and SE33.3K behave as independent units and show no different behavior to the stand alone units.

Description of a typical installation (Figure 2 & Figure 3) (Manufacturer's data, [7] & [14]):

A typical installation consists of an SE Gateway Master controlling the inverters wired up as daisy chain via RS485.

The following interfaces (RS485, Ethernet, digital inputs (for selected functions)) and corresponding software tools (MercuryMon (internal tool) for all interfaces, SetApp (official tool) only over Ethernet / IP) or PGS controllers (change parameters via RS485, Ethernet (via SunSpec) or control via digital inputs) are available for setting / controlling active and reactive power. There are no differences regarding the setpoint accuracy and settling / response times between the interfaces / software tools apart from protocol runtimes.

Hereby, the pick up of a new setpoint of Q and $\cos\phi$ is guaranteed within 10 s. The pick up of a new setpoint of P is guaranteed within 1 s.

In addition setpoints for active and reactive power can be set by the touch display (only versions with display option, old versions).

The tests were conducted with the software tools MercuryMon (RS485-interface) (internal development tool). and SetApp (Ethernet-interface/IP) denoted at the specific test.



Figure 3 – Scheme of an installation

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

Description of the connection to the remote-control receiver (Figure 4) (Manufacturer's data):

The ripple control receiver is connected via the methods as described above. Typically the central plant control will handle this type of control signal.

Optionally the RRCR (user defined power limitation) can be applied using the device shown in Figure 4.

Effortless Monitoring

- Connects wirelessly to the monitoring portal
- Uses available GSM Network
- Easy installation, connects to serial port
- External antenna for strong reception
- European compliance



architects of energy™

Figure 4 – Optional connection of RRCR

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

Beschreibung der Schnittstellen zur Regelung von Wirk- und Blindleistung



2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

Following are the interfaces provided on the PGU level for active and reactive power setting [14]:

	
<p>Herstellereklärung zur Einhaltung der technischen Anforderungen der VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11 Manufacturer's declaration for compliance to technical requirements of the VDE-AR-N 4110:2018-11 / VDE-AR-N 4120:2018-11 Datum / Date: 2021-04-29</p>	
<p>1) Beschreibung einer typischen Installation mit Bild. / <i>Description of the remote control in a typical installation and provide a figure to show this.</i></p>	<p>Description of the remote control in a typical installation (Figure 5) (Manufacturer's data): A typical installation consists of ... The following interfaces (RS485, Ethernet, digital inputs (for selected functions)) and corresponding software tools (MercuryMoon (internal tool) for all interfaces, SetApp (official tool) only over Ethernet / IP) or PGS controllers (change parameters via RS485, Ethernet (via SunSpec) or control via digital inputs) are available for setting / controlling active and reactive power. There are no differences regarding the setpoint accuracy and settling / response times between the interfaces / software tools apart from protocol runtimes. Hereby, the pick up of a new setpoint of Q and cosφ is guaranteed within 10 s. The pick up of a new setpoint of P is guaranteed within 1 s. In addition setpoints for active and reactive power can be set by the touch display (only versions with display option, old versions).</p> 
<p>2) Beschreibung der Verbindung mit einem Rundsteuerempfänger mit Bild. / <i>Description of the connection to the ripple control receiver and provide a figure to show this.</i></p>	<p>Description of the connection to the ripple control receiver (Figure 6) (Manufacturer's data): The ripple control receiver is connected via the methods as described above. Typically the central plant control will handle this type of control signal. Optionally the RRCR (user defined power limitation) can be applied using the device shown in Figure 6.</p>
<p>F.4 BUREAU VERITAS CPS Germany – Manufacturer declaration / V01 09/19 Page 4/19</p>	

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten



2. Annex 2 – Technical characteristics of the power generating unit (Manufacturer's data)

	<p>Effortless Monitoring</p> <ul style="list-style-type: none"> Connects wirelessly to the monitoring portal Uses available GSM networks Easy installation, connects to serial port External antenna for strong reception European compliance  <p>architects of energy™</p> <p>Figure 6 – Optional connection RRCR</p>
--	--

<p>2)</p> <p>Die Arten der Sollwertvorgabe und Schnittstellen zur Regelung der Blindleistungsbereitstellung sind dokumentiert.</p> <p>Angabe der Q-Übergangsfunktion über eine Sprungantwort für die Schnittstellen/Sollwert-Kombinationen. /</p> <p><i>The types of setpoint value specifications and interfaces for control of the reactive power provision are documented.</i></p> <p><i>The types of setpoint value specifications and interfaces for control of the reactive power provision are documented.</i></p>	<p>Description of the reactive power characteristic:</p> <p>The control of the reactive power on the lowest level of the controller is realized by Q-regulation.</p> <p>The SE25K, SE27.6K, SE33.3K, SE55K, SE82.8K, SE100K provide setting of the reactive power by:</p> <ul style="list-style-type: none"> Settable $\cos\phi$-set-parameter (range: +/- 0,8 (not limited)) Settable Q-parameter (range: +/- 60%P_{max}) Configurable Q(U)-characteristic line (No. of supporting points: 6 (standard value, can be increased)) Configurable Q(P)-characteristic line (No. of supporting points: 6 (standard value, can be increased)) <p>Refer to: „Description of the remote control in a typical installation (Figure 5)” above</p>
---	--

<p>4. Wirkleistung / Active power</p>	
<p>1)</p> <p>Angabe zu Schnittstellen zur Wirkleistungsvorgabe (Netzbetreiber, Direktvermarkter) getrennt umgesetzt sowie konzeptionell überprüft, ob niedrigster Wirkleistungswert übernommen wird (auch bei sich zeitlich überschneidenden Vorgaben). /</p> <p><i>Details of interfaces for specifying active power (grid operator, direct seller) implemented separately as well as the concept checked to make sure lowest active power value is accepted (even if specifications overlap in time).</i></p>	<p>One interface available: Pwr Reduce [%]</p> <p>Prioritization needs to be implemented on plant controller level</p>

Figure 6 – Interfaces provided on the PGU level for active and reactive power setting from [14]:



BUREAU
VERITAS

Anhang zum Einheitenzertifikat Nr. U21-0630

Anhang 3 – Zusammenfassung des Prüfberichts OVE-Richtlinie R 25

Die im Zertifikat aufgeführten Erzeugungseinheiten wurden nach der technischen OVE-Richtlinie R25 geprüft. Die in der Netzanschlussregel TOR Erzeuger „Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs A und von Kleinsterzeugungsanlagen (Maximalkapazität < 250 kW und Nennspannung < 110 kV)“ geforderten elektrischen Eigenschaften für Anschluss und Parallelbetrieb an Niederspannungs-Verteilernetzen werden erfüllt:

- 5.1 Prüfung der Netzurückwirkungen
- 5.2 Prüfung des Symmetrieverhaltens von Drehstromumrichtern
- 5.3 Prüfung des Verhaltens der Erzeugungseinheit am Netz
- 5.4 Prüfung der selbsttätig wirkenden Freischaltstelle
- 5.5 Prüfung der Zuschaltbedingungen und Synchronisierung
- 5.6 Nachweis der Robustheit und dynamischen Netzstützung



BUREAU
VERITAS

Anhang zum Einheitenzertifikat Nr. U21-0630

Anhang 4 – Zusammenfassung der Prüfberichte Technische Richtlinien: FGW TR3 Rev. 25, FGW TR4 Rev. 9

Das der Netzanschlussregel TOR Erzeuger „Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs B (Maximalkapazität ≥ 250 kW und < 35 MW und Nennspannung < 110 kV)“ konforme Verhalten bezüglich FRT-Fähigkeit mit Anschluss an das Mittelspannungsnetz der Erzeugungseinheiten ist durch die Ergebnisse im TR3-Prüfbericht (nach der technischen Richtlinie TR3, Test 4.6) belegt.

Anmerkung:

Die Implementierung der FRT Funktion für die Ländereinstellung „Austria“ ist identisch zu den Ländereinstellungen nach VDE AR-N 4110:2018:

- für den Anschluss und Parallelbetrieb an Niederspannungs-Verteilernetzen können die Erzeugungseinheiten mit eingeschränkter dynamischer Netzstützung betrieben werden.
- Im Fall eines Anschlusses an das Mittelspannungsnetz oder einer höheren Spannungsebene werden die symmetrischen Komponenten der Spannung während des Netzfehlers überwacht und das Mit- und Gegensystem des Stromes geregelt. Bei symmetrischen und unsymmetrischen Spannungseinbrüchen erfolgt eine definierte Blindstromspeisung im Mitsystem und Gegensystem entsprechend der K-Faktor-Kennlinie.

- 1.1. Die der Netzanschlussregel TOR Erzeuger „Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs B (Maximalkapazität ≥ 250 kW und < 35 MW und Nennspannung < 110 kV)“ konforme Blindleistungskapazität ist durch die Ergebnisse im TR3-Prüfbericht (nach der technischen Richtlinie TR3, Test 4.2.2 und 4.2.3) und die Herstellererklärung (dokumentiert im Prüfbericht und durch das Zertifikat VDE AR-N 4110:2018) nachgewiesen.
- 1.2. Das der Netzanschlussregel konforme Verhalten des Erzeugungseinheitenmodells wird über den TR 4-Validierungsbericht nachgewiesen.

Herstellererklärung:

Bezüglich der Implementierung der FRT Funktion und der Blindleistungskapazität besteht zwischen der Firmware Version DSP1: 1.13 / DSP2: 2.20 (Netzanschlussregel VDE AR-N 4110:2018 konform) und DSP1: 1.13 / DSP2: 2.20 (Netzanschlussregel TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs A und von Kleinstenerzeugungsanlagen (Maximalkapazität < 250 kW und Nennspannung < 110 kV) und TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs B (Maximalkapazität ≥ 250 kW und < 35 MW und Nennspannung < 110 kV) konform) kein Unterschied.



BUREAU
VERITAS

Anhang zum Einheitenzertifikat Nr. U21-0630

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten

Die im Zertifikat aufgeführten Erzeugungseinheiten wurden nach den technischen Richtlinien geprüft.

OVE-Richtlinie R 25: 2020-03-01

Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten (Generatoren) vorgesehen zum Anschluss und Parallelbetrieb an Niederspannungs-Verteilernetzen

Test report: 14TH0476-OVE-directive R25_0

Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen Teil 3 (TR3), Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz, Revision 25, Stand 01.09.2018

Test report: 14TH0476_TR3_Rev.25_0

Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen Teil 4 (TR4), Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie deren Komponenten, Revision 09, Stand 01.02.2019

Test report: 14TH0476_TR4_Rev9_0

EN 50549-2:2019 Anforderungen für zum Parallelbetrieb mit einem Verteilnetz vorgesehene Erzeugungsanlagen - Teil 2: Anschluss an das Mittelspannungsverteilstromnetz für Erzeugungsanlagen bis einschließlich Typ B

Test report: 14TH0476-EN50549-2_0

(Herstellereklärung)

Die Implementierung der Funktionen für die Ländereinstellung „Austria“ ist identisch zu den Ländereinstellungen nach VDE AR-N 4110:2018.



Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten

Im Folgenden der Bewertungsumfang:

Anforderung (aus Kapitel von [R.2])	Bewertung
5 Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz	---
5.1 Anforderungen an die Frequenzhaltung	---
5.1.1 Frequenzbereiche	<p>Konform.</p> <p><i>(Herstellereklärung) [P.2]:</i></p> <p><i>(Manufacturer's data)</i> The unit can be continuously operated within the voltage / frequency range of 80%U_n and 120%U_n / 47.5 Hz and 52 Hz. The operating range of voltage and frequency can also be limited using the protection functions.</p> <p>Prüfung nach Richtlinie [R.5], 4.7 VERIFICATION OF THE WORKING RANGE WITH REGARD TO VOLTAGE AND FREQUENCY dokumentiert im Prüfbericht [P.2].</p> <p><i>(Herstellereklärung):</i></p> <p>Die EZE ist in der Lage, innerhalb des Frequenzbereiches zwischen 50,0 und 47,5 Hz die Verbindung mit dem Netz und den Betrieb ohne Leistungsverringerung aufrechtzuerhalten.</p> <p>Prüfung nach Richtlinie [R.7], 4.4.3 Minimal requirement for active power delivery at underfrequency dokumentiert im Prüfbericht [P.4].</p>
5.1.2 Frequenzgradienten	<p>Konform.</p> <p><i>(Herstellereklärung):</i></p> <p>Die EZE ist in der Lage, bei Frequenzgradienten bis zu 2 Hz/s die Verbindung mit dem Netz und den Betrieb aufrechtzuerhalten.</p>
5.1.3 Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O)	<p>Konform.</p> <p>Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Die entsprechenden Schnittstellen sind im Zertifikat [Z.2] dokumentiert.</p> <p>Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Zur Info der entsprechenden Schnittstellen kann an Hersteller wenden.</p> <p><i>(Herstellereklärung) [P.2]:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Der Frequenzschwellenwert für den Beginn des LFSM-O-Modus ist einstellbar zwischen 40,00 und 60,00 Hz.• Die Statik für den LFSM-O-Modus ist einstellbar zwischen 2% und 12%.• Die Auflösung der Frequenzmessung <10 mHz.• Die anfängliche Zeitverzögerung ist im SW auf 0 s eingestellt.• Die Anforderung an die An- und Einschwingzeit kann erfüllt werden. <p>Prüfung nach Richtlinie [R.5], 4.1.3 Active power feed-in as a function of grid frequency dokumentiert im Prüfbericht [P.2].</p>



Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten

Anforderung (aus Kapitel von [R.2])	Bewertung
5.1.4 Wirkleistungsabgabe gemäß Sollwert	Konform. Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Die entsprechenden Schnittstellen sind im Prüfbericht [P.2] dokumentiert. Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Zur Info der entsprechenden Schnittstellen kann an Hersteller wenden. Prüfungen nach Richtlinie [R.5], <i>4.1.2 Operating power limited by grid operator</i> dokumentiert im Prüfbericht [P.2].
5.1.5 Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz	Konform. (<i>Herstellereklärung</i>): Die EZE ist in der Lage, innerhalb des Frequenzbereiches zwischen 50,0 und 47,5 Hz die Verbindung mit dem Netz und den Betrieb ohne Leistungsverringerung aufrechtzuerhalten. Prüfungen nach Richtlinie [R.7], <i>4.4.3 Minimal requirement for active power delivery at underfrequency</i> dokumentiert im Prüfbericht [P.4].
5.1.6 Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U)	Entfällt. (Keine Anforderung vorgesehen) Anmerkung: Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Die entsprechenden Schnittstellen sind im Zertifikat [Z.2] dokumentiert. Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Zur Info der entsprechenden Schnittstellen kann an Hersteller wenden. (<i>Herstellereklärung</i>) [P.2]: <ul style="list-style-type: none">• Der Frequenzschwellenwert für den Beginn des LFSM-U-Modus ist einstellbar zwischen 40,00 und 60,00 Hz.• Die Statik für den LFSM-U-Modus ist einstellbar zwischen 2% und 12%.• Die Auflösung der Frequenzmessung <10 mHz.• Die anfängliche Zeitverzögerung ist im SW auf 0 s eingestellt.• Die Anforderung an die An- und Einschwingzeit kann erfüllt werden. Prüfungen nach Richtlinie [R.5], <i>4.1.3 Active power feed-in as a function of grid frequency</i> dokumentiert im Prüfbericht [P.2].
5.1.7 Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)	Entfällt. (Keine Anforderung vorgesehen) Anmerkung: Keine separate Funktion vorhanden, kann aber realisiert durch die LFSM-O in Kombination mit LFSM-U.
5.1.8 Bereitstellung von synthetischer Schwungmasse	Entfällt. (Nicht verpflichtend) Anmerkung: Bei Bedarf kann im überlagerten EZA-Regler implementiert werden.
5.2 Anforderungen hinsichtlich Robustheit und dynamischer Netzstützung	Konform. Prüfungen nach Richtlinie [R.5], <i>4.6 RESPONSE DURING GRID FAULTS (FRT)</i> dokumentiert im Prüfbericht [P.2].
5.2.1 FRT-Fähigkeit (fault ride through) von Stromerzeugungsanlagen	
5.2.2 Wirkstrom- und Blindstromeinspeisung während und nach Netzfehlern	Anmerkung: Der Nachweis der Stabilität bei Netzpendelungen wurde im Rahmen der dynamischen Netzstützung abgedeckt.
5.2.3 Stabilität bei Netzpendelungen	



Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten

Anforderung (aus Kapitel von [R.2])	Bewertung
5.3 Anforderungen hinsichtlich statischer Spannungshaltung	---
5.3.1 Spannungsbereiche	<p>Konform.</p> <p><i>(Herstellereklärung) [P.2]:</i></p> <p><i>(Manufacturer's data)</i> The unit can be continuously operated within the voltage / frequency range of 80%U_n and 120%U_n / 47.5 Hz and 52 Hz. The operating range of voltage and frequency can also be limited using the protection functions.</p> <p>Prüfung nach Richtlinie [R.5], 4.7 VERIFICATION OF THE WORKING RANGE WITH REGARD TO VOLTAGE AND FREQUENCY dokumentiert im Prüfbericht [P.2].</p>
5.3.2 Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz	<p>Konform.</p> <p>Anforderung kann durch Einsatz der EZE-integrierten Schutzfunktion erfüllt werden.</p> <p>Prüfung nach Richtlinie [R.5], 4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID dokumentiert im Prüfbericht [P.2].</p>
5.3.3 Blindleistungskapazität	<p>Anmerkung:</p> <p>Standardmäßig ist die AC-Wirkleistung der Einheiten auf max. Scheinleistung begrenzt. In dieser Standard-PQ-Betriebsmodus ist die Blindleistung bei Volllast ($P = P_{\max} = S_{\max}$) Null (Leistungsfaktor = 1).</p> <p>Die AC-Nennwirkleistung P_n ist ein vom Hersteller definierter Nennwert. Diese muss bei Bedarf zusätzlich mit den Parametern <i>Plimit</i> und <i>Pmaxref</i> eingestellt werden. Mit dieser Einstellung ist eine Blindleistungsbereitstellung entspricht</p> <ul style="list-style-type: none">• $\cos\varphi = 0,905$ bei Volllastbetrieb (P_n) und bei $U \geq U_n$ <p>oder</p> <ul style="list-style-type: none">• $\cos\varphi = 0,995$ bei Volllastbetrieb (P_n) und bei $U = 0,9 \cdot U_n$ <p>möglich.</p> <p>Die Parameter <i>Plimit</i> und <i>Pmaxref</i> ermöglichen eine Reduzierung der Wirkleistung zugunsten der Blindleistungsbereitstellung der Einheiten. Dies muss auf Projektebene berücksichtigt werden.</p> <p>Die Blindleistungskapazität der EZE dokumentiert im Zertifikat [Z.2]. Prüfung nach Richtlinie [R.5], 4.2.2 Measuring the maximum reactive power range (PQ diagram) und 4.2.3 Measuring separate operating points in the voltage dependent PQ diagram dokumentiert im Prüfbericht [P.2].</p>



Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten

Anforderung (aus Kapitel von [R.2])	Bewertung
5.3.4 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung	<p>Konform.</p> <p>Die geforderten Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung sind auch auf EZE-Ebene implementiert (siehe Zertifikat [Z.2] und Prüfbericht [P.4]). Die entsprechenden Schnittstellen sind im Zertifikat [Z.2] dokumentiert.</p> <p>Bei Bedarf können die Funktionen im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Information der entsprechenden Schnittstellen sind über den Hersteller zu erfragen.</p> <p>Prüfungen nach Richtlinie [R.5], <i>4.2.4 Reactive power following setpoint;</i> <i>4.2.5 Q(U) control;</i> <i>4.2.6 Q(P) control;</i> <i>4.2.7 Reactive power Q with voltage limitation function.</i></p> <p>dokumentiert im Prüfbericht [P.2].</p> <p>Prüfungen nach Richtlinie [R.7], <i>4.7.2.3 Control modes</i></p> <p>dokumentiert im Prüfbericht [P.4]</p>
5.3.5 Spannungsregelung synchroner Stromerzeugungsanlagen	<p>Entfällt. (Anforderung nur für Synchrone Stromerzeugungsanlagen)</p>
5.3.6 Spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung	<p>Entfällt. (keine Anforderungen vorgesehen)</p> <p>Anmerkung: Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert.</p> <p>Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Information der entsprechenden Schnittstellen sind über den Hersteller zu erfragen.</p> <p>Prüfungen nach Richtlinie [R.2], <i>5.3.6 Spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung</i></p> <p>dokumentiert im Prüfbericht [P.1].</p>
5.4 Anforderungen hinsichtlich Netzmanagement und Systemschutz	<p>---</p>
5.4.1 Wirkleistungsvorgabe durch den Netzbetreiber	<p>Konform.</p> <p>Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Die entsprechenden Schnittstellen sind im Zertifikat [Z.2] dokumentiert.</p> <p>Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Zur Info der entsprechenden Schnittstellen kann an Hersteller wenden.</p> <p>Prüfungen nach Richtlinie [R.5], <i>4.1.2 Operating power limited by grid operator</i></p> <p>dokumentiert im Prüfbericht [P.2].</p>



Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten

Anforderung (aus Kapitel von [R.2])	Bewertung																											
<p>5.4.2 Simulationsmodelle und Simulationsparameter</p>	<p>Konform.</p> <p>Validiertes Simulationsmodell sowie die entsprechenden Parameter vorhanden. (Siehe Zertifikat [Z.2] und Prüfbericht [P.3].</p> <p>Anmerkung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen implementiert im Modell gemäß Modellhandbuch (siehe Zertifikat [Z.2]): <p>The model includes the following functions:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Converter current control and current limiting 2. Reactive current injection during grid faults (voltage support) 3. Reactive power control: according to fixed reference, power factor control, power factor as function of active power or QU curve 4. Active power control: according to fixed reference or percentage setting 5. Protection function with disconnection from the grid • Anwendungsbereich des Modells (siehe Zertifikat [Z.2]): <table border="1" data-bbox="692 714 1466 1090"> <tr> <td>Model type:</td> <td><input type="checkbox"/> EMT model</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> RMS model</td> </tr> <tr> <td>The model is suitable for</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> static simulation</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> dynamic simulation</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> simulation of symmetrical and asymmetrical faults</td> <td><input type="checkbox"/> only simulation of symmetrical faults</td> </tr> <tr> <td>Implemented FRT modes:</td> <td colspan="2"><input checked="" type="checkbox"/> Full dynamic grid support</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2"><input checked="" type="checkbox"/> Limited dynamic grid support</td> </tr> <tr> <td>Is k-factor adjustable?</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> yes</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>Further functions implemented in the model:</td> <td colspan="2">See 4.3 Model parameters [16]</td> </tr> <tr> <td>Is a simulation on a PGS configuration with SCR = 5 possible?</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> yes</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>Limitation for usage of the simulation model:</td> <td colspan="2">-</td> </tr> </table> • Umfang der Validierungs- und Plausibilitätstests nach Richtlinie [R.6] dokumentiert in Prüfbericht [P.3] (siehe Zertifikat [Z.2]): <div data-bbox="738 1184 1449 1792" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p style="text-align: right;">Annex to the Type Certificate no. 21-0419_0 Page 82 of 89</p> <p>4. Annex 4 – Validated simulation model</p> <p>3.1. Scope of the validation and plausibility tests [16]</p> <p>The simulation model was checked for validity and plausibility according to TG 4 for following test scenarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Validation for active power set point accuracy (chapter 3.1.2 in [4]) • Function tests for grid protection (chapter 3.4 in [4]) • Validating all TG3 FRT tests (chapter 5 in [4]) • Plausibility tests on single model for different <ul style="list-style-type: none"> ○ fault types; ○ voltage depth; ○ pre-fault voltages ○ pref-fault active powers ○ pref-fault reactive powers ○ k-factors (chapter 5.5.2 in [4]) • Plausibility checks of the steady-state operation (chapter 5.5.2.2 in [4]) • Plausibility tests for typical PGS configuration for different <ul style="list-style-type: none"> ○ fault types; ○ voltage depth; ○ pre-fault voltages ○ pref-fault active powers ○ pref-fault reactive powers ○ k-factors (chapter 5.5.3.1 in [4]) • Simulating of unsuccessful automatic reconnection for typical PGS configuration (chapter 5.5.3.2 in [4]) <p>For all the test scenarios the simulation ran stably without any error messages and showed satisfying behaviour.</p> </div> 	Model type:	<input type="checkbox"/> EMT model	<input checked="" type="checkbox"/> RMS model	The model is suitable for	<input checked="" type="checkbox"/> static simulation	<input checked="" type="checkbox"/> dynamic simulation		<input checked="" type="checkbox"/> simulation of symmetrical and asymmetrical faults	<input type="checkbox"/> only simulation of symmetrical faults	Implemented FRT modes:	<input checked="" type="checkbox"/> Full dynamic grid support			<input checked="" type="checkbox"/> Limited dynamic grid support		Is k-factor adjustable?	<input checked="" type="checkbox"/> yes	<input type="checkbox"/> no	Further functions implemented in the model:	See 4.3 Model parameters [16]		Is a simulation on a PGS configuration with SCR = 5 possible?	<input checked="" type="checkbox"/> yes	<input type="checkbox"/> no	Limitation for usage of the simulation model:	-	
Model type:	<input type="checkbox"/> EMT model	<input checked="" type="checkbox"/> RMS model																										
The model is suitable for	<input checked="" type="checkbox"/> static simulation	<input checked="" type="checkbox"/> dynamic simulation																										
	<input checked="" type="checkbox"/> simulation of symmetrical and asymmetrical faults	<input type="checkbox"/> only simulation of symmetrical faults																										
Implemented FRT modes:	<input checked="" type="checkbox"/> Full dynamic grid support																											
	<input checked="" type="checkbox"/> Limited dynamic grid support																											
Is k-factor adjustable?	<input checked="" type="checkbox"/> yes	<input type="checkbox"/> no																										
Further functions implemented in the model:	See 4.3 Model parameters [16]																											
Is a simulation on a PGS configuration with SCR = 5 possible?	<input checked="" type="checkbox"/> yes	<input type="checkbox"/> no																										
Limitation for usage of the simulation model:	-																											



Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten

Anforderung (aus Kapitel von [R.2])	Bewertung
5.4.3 Systemschutz	Anmerkung: Genauere Betrachtung auf Anlagenebene notwendig. Siehe Punkt 5.3.4.
5.5 Anforderungen hinsichtlich Synchronisierung und Netzwiederaufbau	---
5.5.1 Synchronisierungsvorrichtungen	Entfällt. Anmerkung: Genauere Betrachtung auf Anlagenebene notwendig.
5.5.2 Zuschaltbedingungen	Anmerkung: Genauere Betrachtung auf Anlagenebene notwendig. Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Prüfungen nach Richtlinie [R.5], <i>4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS</i> dokumentiert im Prüfbericht [P.2].
5.5.3 Schwarzstartfähigkeit	Entfällt. (keine Anforderungen vorgesehen)
5.5.4 Inselbetriebsfähigkeit	Entfällt. (keine Anforderungen vorgesehen)
5.5.5 Schnelle Neusynchronisierung	Entfällt. (keine Anforderungen vorgesehen) Anmerkung: Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Prüfung nach Richtlinie [R.5], <i>4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS</i> dokumentiert im Prüfbericht [P.2].
5.6 Anforderungen hinsichtlich Datenaustausch	Entfällt. Anmerkung: Genauere Betrachtung auf Anlagenebene notwendig.
6 Ausführung der Anlage und Schutz	Entfällt. Anmerkung: Genauere Betrachtung auf Anlagenebene notwendig.