Unbedenklichkeitsbescheinigung

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

Typ Erzeugungseinheit:	**Photovoltaikwechselrichter**
Name der EZE:	**SE50K, SE55K, SE66.6K, SE80K, SE82.8K, SE90K, SE100K, SE120K** (Detailangaben siehe Anhang)
Firmware Version:	**DSP1: 1.20**

Netzanschlussregel:

TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs B
(Maximalkapazität ≥ 250 kW und < 35 MW und Nennspannung < 110 kV); Version 1.2

TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs C
(Maximalkapazität ≥ 35 MW und < 50 MW und Nennspannung < 110 kV); Version 1.2

TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs D
(Maximalkapazität ≥ 50 MW oder Nennspannung ≥ 110 kV); Version 1.2

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
- Netzrückwirkungen

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:	**20TH0532**	**Zertifizierungsprogramm:**	**NSOP-0032-DEU-ZE-V01**
Zertifikatsnummer:	**U23-0034**	**Ausstellungsdatum:**	**2023-01-17**

Zertifizierungsstelle

Georg Loritz

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZE-12024-01-00

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

Prüflabor akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025

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

Anhänge im Zertifikat U23-0034
Inhaltsverzeichnis

Anhang 1 – Referenzen 3

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten 5

Beschreibung der Erzeugungseinheiten 5

Anhang 3 – Zusammenfassung des Prüfberichts OVE-Richtlinie R 25 14

Anhang 4 – Zusammenfassung der Prüfberichte Technische Richtlinien: FGW TR3 Rev. 25, FGW TR4 Rev. 9 15

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten 16

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 Kleinsterzeugungsanlagen (Maximalkapazität < 250 kW und Nennspannung < 110 kV) Version 1.2, 2022-04-18
R.2	TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs B (Maximalkapazität ≥ 250 kW und < 35 MW und Nennspannung < 110 kV) Version 1.2, 2022-04-18
R.3	TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs C (Maximalkapazität ≥ 35 MW und < 50 MW und Nennspannung < 110 kV); Version 1.1 Version 1.2, 2022-04-18
R.4	TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs D (Maximalkapazität ≥ 50 MW oder Nennspannung ≥ 110 kV); Version 1.1 Version 1.2, 2022-04-18
R.5	OVE-Richtlinie R 25: 2020-03-01 Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten (Generatoren) vorgesehen zum Anschluss und Parallelbetrieb an Niederspannungs-Verteilernetzen
R.6	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung), VDE-AR-N 4110:2018-11
R.7	Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung), VDE-AR-N 4120:2018-11
R.8	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.9	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.10	EN 50549-2:2019 Anforderungen für zum Parallelbetrieb mit einem Verteilnetz vorgesehene Erzeugungsanlagen - Teil 2: Anschluss an das Mittelspannungsverteilnetz 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 U21-0181
Z.2	Einheitenzertifikat nach VDE-AR-N 4110:2018-11, VDE AR-N 4120:2018-11 ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 08.12.2022 U21-0940_1

Anhang 1 – Referenzen

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 20TH0532-ÖVE-directive R25_0
P.2	TR3 Prüfbericht gemäß FGW TR3 Rev.25, ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 18.10.2021 19TH0534_TR3_Rev.25_0
P.3	TR4 Prüfbericht gemäß FGW TG4 Rev.09, ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 08.12.2022 19TH0534_TR4_Rev9_1
P.4	Prüfbericht zum Nachweis der Konformität mit EN 50549-2:2019, ausgestellt von Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH am 28.05.2021, 31.03.2021, 21.03.2021 20TH0532_EN50549-2_2, 20TH0532-FRT_0, 20TH0532-Power Quality_0

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:	SE50K (2 x SE25K)	SE55K (2 x SE 27.6K)	SE66.6K (2 x SE33.3K)	SE82.8K (3 x SE 27.6K)
Wirkleistung [W]:	50000	55000	66600	82800
Scheinleistung [VA]:	50000	55000	66600	82800
Bemessungsspannung [V]:	220/230, L-N 380/400, L-L	220/230, L-N 380/400, L-L	220/230, L-N 380/400, L-L	220/230, L-N 380/400, L-L
Bemessungsstrom (AC) I_r [A]:	72,5	80,0	96,5	120,0
Name der EZE:	SE90K (3 x SE30K)	SE90K (3 x SE30K)	SE100K (3 x SE33.3K)	--
Wirkleistung [W]:	89970	90000	100000	--
Scheinleistung [VA]:	89970	90000	10000	--
Bemessungsspannung [V]:	220/230, L-N 380/400, L-L	220/230, L-N 380/400, L-L	220/230, L-N 380/400, L-L	--
Bemessungsstrom (AC) I_r [A]:	130,5	130,5	145,0	--
Name der EZE:	SE66.6K (2 x SE33.3K)	SE80K (2 x 40K)	SE100K (3 x 33.3K)	SE120K (3 x SE40K)
Wirkleistung [W]:	66600	80000	10000	120000
Scheinleistung [VA]:	66600	80000	10000	120000
Bemessungsspannung [V]:	277, L-N 480, L-L	277, L-N 480, L-L	277, L-N 480, L-L	277, L-N 480, L-L
Bemessungsstrom (AC) I_r [A]:	80,0	96,5	120,0	145
Firmware Version:	DSP1: 1.20			

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

Die SE50K - SE120K-Serie ist eine Kombination aus zwei oder drei Wechselrichtern, die durch eine Kombinationsbox kombiniert sind.

Basierend auf den Einzelwechselrichtermodellen SE25K, SE27.6K, SE30K, SE33.3K und SE40K bestehen die Modelle aus:

SE50K mit 2 x SE25K)
SE55K mit 2 x SE27.6K
SE66.6K mit 2 x SE33.3K
SE80K mit 2 x SE40K
SE82.8K mit 3 x SE27.6K
SE90K mit 3 x SE30K
SE100K mit 3 x SE33.3K
SE120K mit 3 x SE40K

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

Wirk- / Scheinleistungsbereich (ermittelte Messwerte bei Bemessungsspannung „220/230, L-N / 380/400, L-L”)				
Name der EZE:	SE25K	SE27.6K	SE30K	SE33.3K
P_{Emax} [W] bei cos φ = 1	24862	27458	29846	33119
S_{Emax} [VA] bei cos φ = 1	24867	27463	29850	33123
P_{Emax} [W] bei cos $\varphi_{untererregt}$ = 0,9	22468	24811	26965	29917
S_{Emax} [VA] bei cos $\varphi_{untererregt}$ = 0,9	25009	27602	29988	33256
P_{Emax} [W] bei cos $\varphi_{übererregt}$ = 0,9	22097	24440	26593	29556
S_{Emax} [VA] bei cos $\varphi_{übererregt}$ = 0,9	24567	27178	29579	32882
Wirk- / Scheinleistungsbereich (ermittelte Messwerte bei Bemessungsspannung „277, L-N / 480, L-L”)				
Name der EZE:	SE40K	--	--	--
P_{Emax} [W] bei cos φ = 1	40000	--	--	--
S_{Emax} [VA] bei cos φ = 1	40000	--	--	--
P_{Emax} [W] bei cos $\varphi_{untererregt}$ = 0,9	35800	--	--	--
S_{Emax} [VA] bei cos $\varphi_{untererregt}$ = 0,9	39868	--	--	--
P_{Emax} [W] bei cos $\varphi_{übererregt}$ = 0,9	35900	--	--	--
S_{Emax} [VA] bei cos $\varphi_{übererregt}$ = 0,9	39623	--	--	--

Anmerkung:
Bei cos φ = 1 entspricht die Wirkleistung der Bemessungsscheinleistung.
Für die Umsetzung einer Blindleistungssollwertvorgabe wird bei Bedarf die Wirkleistung reduziert.

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

Dreiphasen-Wechselrichter mit Synergie-Technologie

für Europa

SE50K / SE66.6K / SE90K / SE100K / SE120K

WECHSELRICHTER

Schnelle Systeminstallation durch einzigartiges Vorab-Inbetriebnahmeverfahren

- Vorab-Inbetriebnahmefunktion zur automatischen Validierung der Systemkomponenten und der Verkabelung während des Installationsprozesses vor Ort und vor dem Anschluss an das Versorgungsnetz
- Einfache 2-Personen-Installation durch leichtes, modulares Design (jeder Wechselrichter besteht aus 2 oder 3 Synergie-Einheiten und einem Synergie-Manager)
- Unabhängiger Betrieb jeder Synergie Einheit ermöglicht eine höhere Verfügbarkeit und eine einfachere Wartung
- Integrierte Temperatursensoren erkennen eine fehlerhafte Verkabelung und sorgen so für erhöhten Schutz und Sicherheit
- Integrierte Lichtbogenerkennung und optionale Schnellabschaltung
- Integrierte PID-Korrektur für maximale Systemleistung
- Überwachter* und vor Ort austauschbarer Überspannungsschutz, um Überspannungen durch Blitzschlag oder andere Ereignisse besser zu widerstehen: integrierter RS485- und DC-Überspannungsschutz Typ 2, optional AC-Überspannungsschutz Typ 2
- Optionaler integrierter DC-Sicherheitsschalter macht externe DC-Trennschalter überflüssig
- Integrierte Überwachung auf Modulebene mit Ethernet (LAN) oder Mobilfunkkommunikation für volle Systemtransparenz

* Gilt nur für DC- und AC-Überspannungsschutz

solaredge.com

solaredge

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

Dreiphasen-Wechselrichter mit Synergie-Technologie für Europa

SE50K / SE66.6K / SE90K / SE100K / SE120K

Gültig für Wechselrichter mit Artikelnummern	SEXXK-RWX0IXXXX				SExxK-xxx8Ixxxx	
	SE50K[1] Für 400V Netz	SE66.6K Für 400V Netz	SE90K Für 400V Netz	SE100K Für 400V Netz	SE120K Für 480V Netz	
AUSGANG						
AC-Nennleistung	50000[2]	66600	90000	100000	120000	W
Maximale AC-Scheinleistung	50000[2]	66600	90000	100000	120000	VA
AC-Ausgangsspannung – Phase zu Phase/Phase zu Neutralleiter (Nennspannung)	380 / 220; 400 / 230				480 / 277	Vac
AC-Ausgangsspannungsbereich – Phase zu Phase/Phase zu Neutralleiter	304 - 437 / 176 - 253; 320 - 460 / 184 - 264,5				432 - 529 / 249 - 305	Vac
AC-Frequenz	50/60 ± 5 %					Hz
Maximaler Dauerausgangsstrom (pro Phase)	72,5	96,5	130,5	145		Aac
AC-Ausgang Leitungsanschlüsse	3 W + PE, 4 W + PE					
Unterstützte Netze	WYE: TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT; Delta: IT					
Maximale Reststromeinspeisung[3]	200		300			mA
Netzüberwachung, Schutz vor Inselbildung, konfigurierbarer Leistungsfaktor, konfigurierbare landesspezifische Schwellenwerte	Ja					
Gesamtharmonische Verzerrung	≤ 3					%
Leistungsfaktorbereich	+/-0,8 bis 1					
EINGANG						
Maximale DC-Leistung (Modul STC) Wechselrichter/Synergie-Einheit	75000 / 37500	100000 / 50000	135000 / 45000	150000 / 50000	180000 / 60000	W
Trafoloser WR, ungeerdet	Ja					
Maximale Eingangsspannung DC+ zu DC	1000					Vdc
Nominale Eingangsspannung DC+ zu DC-	750					Vdc
Maximaler Eingangsstrom	2 x 36,25	2 x 48,25	3 x 43,5	3 x 48,25		Adc
Verpolungsschutz DC-Eingang	Ja					
Erdschlusserkennung	Empfindlichkeit von 167 kΩ pro Synergie-Einheit[4]					
Maximaler Wirkungsgrad des Wechselrichters	98,3				98.1	%
Europäischer (gewichteter) Wirkungsgrad	98					%
Energieverbrauch nachts	<8		<12			W
WEITERE FUNKTIONEN						
Unterstützte Kommunikationsschnittstellen[5]	2 x RS485, Ethernet (LAN), WLAN (optional), Mobilfunk (optional)					
Smart Energy Management	Einspeisebegrenzung					
Wechselrichter-Inbetriebnahme	Mit der mobilen SetApp Anwendung und eingebautem WLAN-Accesspoint zur lokalen Verbindung					
Lichtbogenerkennung	Integriert, benutzerkonfigurierbar (gemäß UL1699B)					
Schnellabschaltung	Optional (automatisch bei AC-Netztrennung)					
PID-Korrektur	Nachts, integriert					
RS485 Überspannungsschutz (Anschluss 1 + 2)	Typ II, vor Ort austauschbar, integriert					
DC-Überspannungsschutz	Typ II, vor Ort austauschbar, integriert					
AC-Überspannungsschutz	Typ II, vor Ort austauschbar, optional					
DC-Sicherungen (einpolig)	25 A, optional					
DC-Trennschalter	Optional					
ERFÜLLTE NORMEN						
Sicherheit	IEC-62109-1, IEC-62109-2, AS3100					
Netzanschluss[6]	EN50549-1, EN50549-2, VDE-AR-N 4105, VDE-AR-N 4110, VDE V 0126-1-1, CEI 0-21, CEI 0-16, TOR Erzeuger Typ A+B, G99 Typ A+B, G99 (NI) Typ A, VFR 2019					
EMV	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 Class A, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12					
RoHS	Ja					

(1) In einigen Ländern verfügbar. Siehe: https://www.solaredge.com/sites/default/files/se_inverters_supported_countries.pdf
(2) 49990 im Vereinigten Königreich
(3) Wenn ein externer FI-Schutzschalter erforderlich ist, muss dessen Auslösewert für ≥ 200 mA für SE50K/SE66.6K ≥ 300 mA sein für SE90K, SE100K, SE120K
(4) Wenn es die örtlichen Vorschriften zulassen.
(5) Spezifikationen zu den optionalen Kommunikationsoptionen finden Sie unter https://www.solaredge.com/products/communication oder auf der Webseite der Ressourcenbibliothek: https://www.solaredge.com/downloads#, wo das entsprechende Produktdatenblatt heruntergeladen werden kann
(6) Alle Normen und Zertifikate zum Herunterladen finden Sie in der Kategorie „Zertifizierungen" auf der Seite der Ressourcenbibliothek: https://www.solaredge.com/downloads#

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

Dreiphasen-Wechselrichter mit Synergie-Technologie für Europa

SE50K / SE66.6K / SE90K / SE100K / SE120K

Gültig für Wechselrichter mit Artikelnummern	SEXXK-RWX0IXXXX				SExxK-xxx8Ixxxx	
	SE50K(1) Für 400V Netz	SE66.6K Für 400V Netz	SE90K Für 400V Netz	SE100K Für 400V Netz	SE120K Für 480V Netz	
MECHANISCHE SPEZIFIKATIONEN						
Anzahl der Synergie-Einheiten pro Wechselrichter	2		3			
AC-Leitungsquerschnitt und Außendurchmesser: Leiter/PE (Aluminium oder Kupfer)	Querschnitt bis zu 120/70 mm² ; Außendurchmesser 30–50/12–20 mm					
DC-Eingang: Wechselrichter/Synergie-Einheit(7)(8)	8/4 MC4-Paare		12/4 MC4-Paare			
	Verschraubung, 2 Paare/1 Paar, Querschnitt bis zu 50 mm², Aluminium- oder Kupferkabel Außendurchmesser 12–20 mm		Verschraubung, 3 Paare/1 Paar, Querschnitt bis zu 50 mm², Aluminium- oder Kupferkabel Außendurchmesser 12–20 mm			
Abmessungen (H x B x T)	Synergie-Einheit: 558 x 328 x 273 Synergie-Manager: 360 x 560 x 295					mm
Gewicht	Synergie-Einheit: 32 Synergie-Manager: 18					kg
Betriebstemperaturbereich	-40 bis +60(9)					°C
Kühlung	Lüfter (auswechselbar)					
Geräuschemission	<67					dBA
Schutzart	IP65 – Außen- und Innenbereich					
Montage	Halterungen werden mitgeliefert					

(7) Der DC-Eingang ist mit MC4- oder Kabelverschraubung unter der Artikelnummer des Wechselrichters erhältlich. Weitere Informationen erhalten Sie von SolarEdge
(8) Nur von Stäubli hergestellte MC4-Steckverbinder sind für die Verwendung zugelassen.
(9) Informationen zur Leistungsreduzierung finden Sie unter: https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-temperature-derating-note.pdf

© SolarEdge Technologies, Ltd. Alle Rechte vorbehalten. SOLAREDGE, das SolarEdge Logo, OPTIMIZED BY SOLAREDGE sind Marken oder eingetragene Marken von SolarEdge Technologies, Inc.
Alle anderen hier genannten Marken sind Marken ihrer jeweiligen Eigentümer. Datum: 04/2021 DS-00008-1.1-DE. Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

CE RoHS

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 an MPP tracking junction box for solar panels. Thus the inverter itself does not have any MPP tracking implemented. The unit is three-phase.

S/N: SJ2218-07E1144F18-F9

PCB versions:	Power board is D1160G Relay board is D1163F Digital board is D1288A Display board is D1186B SPD AC board is D1296B SPD DC board is D1297C IMS board is D1437B USB Adapter board is D1565
Accessories (optional):	RS485 SPD board is AP1358 LTE CAT1 board is D1493
Software version:	Main DSP (in this document called. DSP1) software version is 1.20 Aux DSP software version is 2.20

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 arrestor 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 an RCD, Type B implemented. The inverters output is EMC filtered and also protected by Varistor VR200… VR252 in series to a surge arrestor 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 30s before it connects to the grid.

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

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

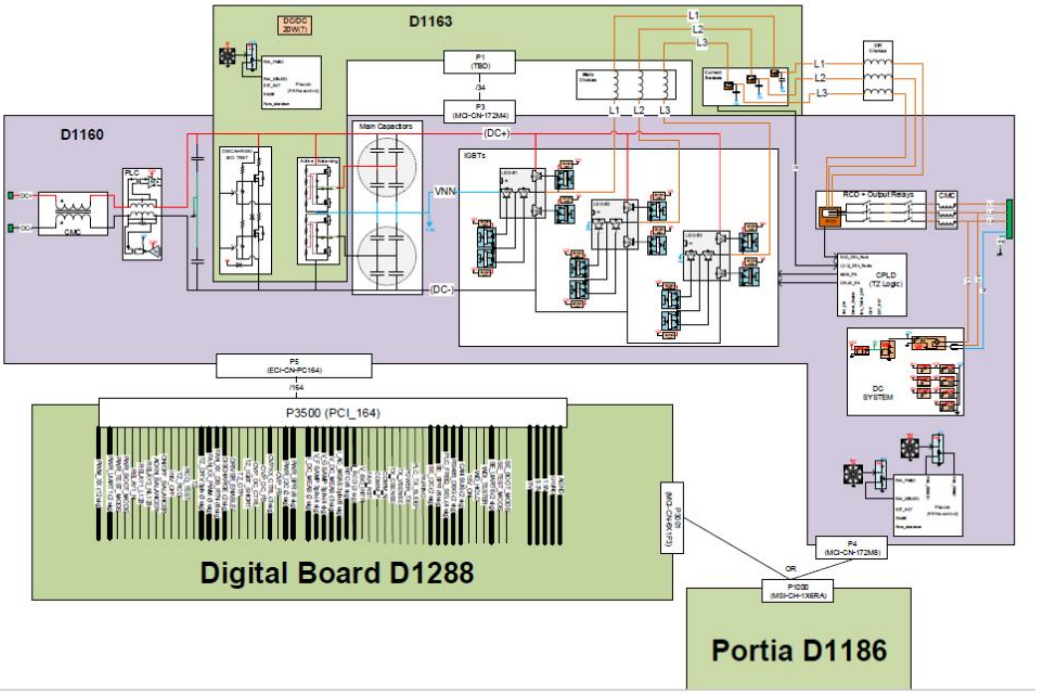

Figure 2 – Block diagram of the power circuit

Description of the differences of the models within a series:

The inverters of the SExx.xK series consist of the following models: The SE25K, SE27.6K, SE30K, SE33.3K and SE40K. The units of the series are identical in 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 / output voltage deviation and current limitation of each unit. The SE25 and SE27.6K are available for 400V grids. The SE30K and SE33.3K are available for both 400V and 480V grids. The SE40K is for 480V grids. For an identical output voltage different nominal powers are a result of software derating of the current. Unchanged nominal output powers for one model connected to grids with different voltages is attained by software derating of the current. The models are equipped with two DC inputs.

The Synergy types SE50K, SE55K, SE82.8K, SE90K, SE66.6K, SE100K, SE80Kand SE120K are comprised of several units of the SE25K, SE27.6K, SE30K, SE33.3K and SE40K.

The Synergy type SE50K is made up by 2 x SE25K.

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

The Synergy type SE90K is made up by 3 x SE30K.

The Synergy type SE66.6Kis made up by 2 x SE33.3K and the SE100K is comprised of 3 x SE33.3K.

The Synergy type SE80K is made up by 2 x SE40K and the SE120K is comprised of 3 x SE40K.

Within the Synergy types the, SE25K, SE27.6K, SE30K, SE33.3K and SE40K behave as independent units and show no different behaviour to the stand alone units.

The tests have been performed on the model SE33.3K and are valid for the whole series.

Anhang 2 – Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

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

Description of a typical installation (Figure 2 & Figure 3) *(Manufacturer's data,* [7] & [15]*)*:

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 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).

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

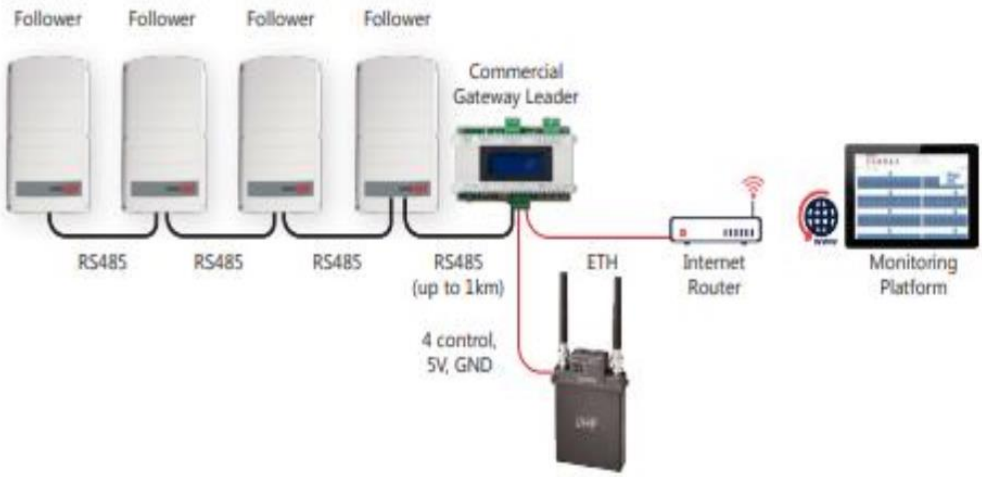

Figure 3 – Scheme of an installation

Description of the connection to the remote-control receiver *(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..

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 Netzrückwirkungen

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

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),

- TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs C (Maximalkapazität ≥ 35 MW und < 50 MW und Nennspannung < 110 kV),

- TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs D (Maximalkapazität ≥ 50 MW oder 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 bzw. VDE AR-N 4120:2018:

- für den Anschluss und Parallelbetrieb an Niederspannungs-Verteilernetzen können die Erzeugungseinheiten mit eingeschränkter dynamischen 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 Blindstromeinspeisung im Mitsystem und Gegensystem entsprechend der K-Faktor-Kennlinie.

Die der Netzanschlussregel TOR Erzeuger

- Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs B (Maximalkapazität ≥ 250 kW und < 35 MW und Nennspannung < 110 kV),
- TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs C (Maximalkapazität ≥ 35 MW und < 50 MW und Nennspannung < 110 kV),
- TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs D (Maximalkapazität ≥ 50 MW oder 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 und VDE AR-N 4120:2018 nachgewiesen.

1.1. 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 DSP1.20 (Netzanschlussregel VDE AR-N 4110:2018 bzw. VDE AR-N 4120:2018 konform) und DSP1.20 (Netzanschlussregel

- TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs A und von Kleinsterzeugungsanlagen (Maximalkapazität < 250 kW und Nennspannung < 110 kV)
- TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs B (Maximalkapazität ≥ 250 kW und < 35 MW und Nennspannung < 110 kV) konform)
- TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs C (Maximalkapazität ≥ 35 MW und < 50 MW und Nennspannung < 110 kV),
- TOR Erzeuger: Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen des Typs D (Maximalkapazität ≥ 50 MW oder Nennspannung ≥ 110 kV),

kein Unterschied.

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

Prüfbericht: 20TH0532-ÖVE-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

Prüfbericht: 19TH0534_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 08.12.2022

Test report: 19TH0534_TR8_Rev.9_1

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

Prüfbericht: 20TH0532_EN50549-2_2

(*Herstellererklärung*)

Die Implementierung der Funktionen für die Ländereinstellung „Austria“ ist identisch zu den Ländereinstellungen nach VDE AR-N 4110:2018 und VDE AR-N 4120:2018.

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten

Im Folgenden der Bewertungsumfang:

Anforderung (Kapitel Tor Erzeuger)	Bewertung
5 Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz	---
5.1 Anforderungen an die Frequenzhaltung	---
5.1.1 Frequenzbereiche	Konform. (*Herstellererklärung*): Die EZE ist in der Lage in einem Spannungsbereich von 80% U_n bis 120% U_n sowie von 47,5 Hz bis 52,0 Hz ohne Unterbrechung zu arbeiten. Der Arbeitsbereich der Spannung und Frequenz kann über die Schutzfunktionen eingestellt werden. Prüfung nach Richtlinie [TR3], *4.7 VERIFICATION OF THE WORKING RANGE WITH REGARD TO VOLTAGE AND FREQUENCY* dokumentiert im Prüfbericht [TR3]. (*Herstellererklärung*): 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. Prüfung nach Richtlinie [EN 50549-2], *4.4.3 Minimal requirement for active power delivery at underfrequency* dokumentiert im Prüfbericht [EN 50549-2].
5.1.2 Frequenzgradienten	Konform. (*Herstellererklärung*): Die EZE ist in der Lage, bei Frequenzgradienten bis zu 2 Hz/s die Verbindung mit dem Netz und den Betrieb aufrechtzuerhalten.
5.1.3 Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (LFSM-O)	Konform. Funktion kann auf EZE-Ebene implementiert werden. Die entsprechenden Schnittstellen sind im Bericht VDE-AR-N 4110:2018-11 und VDE AR-N 4120:2018-11 dokumentiert. Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Information der entsprechenden Schnittstellen sind über den Hersteller zu erfragen. (*Herstellererklärung*): • 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. Prüfung nach Richtlinie [VDE-AR-N 4110:2018-11, VDE AR-N 4120:2018-11] *4.1.3 Active power feed-in as a function of grid frequency* dokumentiert im Prüfbericht [TR3].

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten	
Anforderung (Kapitel Tor Erzeuger)	**Bewertung**
5.1.4 Wirkleistungsabgabe gemäß Sollwert	Konform. Funktion kann auf EZE-Ebene implementiert werden. Die entsprechenden Schnittstellen sind im Prüfbericht [TR3] dokumentiert. Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Information der entsprechenden Schnittstellen sind über den Hersteller zu erfragen. Prüfungen nach Richtlinie [TR3], *4.1.2 Operating power limited by grid operator* dokumentiert im Prüfbericht [TR3].
5.1.5 Verringerung der maximalen Wirkleistungsabgabe bei abnehmender Frequenz	Konform. (*Herstellererklärung*): 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 [EN 50549-2], *4.4.3 Minimal requirement for active power delivery at underfrequency* dokumentiert im Prüfbericht [EN 50549-2].
5.1.6 Wirkleistungserhöhung bei Unterfrequenz (LFSM-U)	Entfällt. (Keine Anforderung vorgesehen nach Tor Erzeuger Typ B) Konform: Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ C Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ D Anmerkung: Funktion kann auf EZE-Ebene implementiert. Die entsprechenden Schnittstellen sind im Handbuch dokumentiert. Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Information der entsprechenden Schnittstellen sind über den Hersteller zu erfragen. (*Herstellererklärung*): • 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 [TR3], *4.1.3 Active power feed-in as a function of grid frequency* dokumentiert im Prüfbericht [TR3].
5.1.7 Frequenzabhängiger Modus (Frequency Sensitive Mode, FSM)	Entfällt. (Keine Anforderung vorgesehen nach Tor Erzeuger Typ B) (Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ C nicht zwingend erforderlich) (Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ D nicht zwingend erforderlich) Anmerkung: Keine separate Funktion vorhanden, kann aber realisiert werden durch die LFSM-O in Kombination mit LFSM-U.

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten	
5.1.8 Bereitstellung von synthetischer Schwungmasse	Entfällt. Entfällt. Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ B nicht verpflichtend Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ C nicht verpflichtend Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ D nicht verpflichtend Anmerkung: Kann bei Bedarf im überlagerten EZA-Regler implementiert werden.
5.2 Anforderungen hinsichtlich Robustheit und dynamischer Netzstützung	Konform. Prüfungen nach Richtlinie [TR3], *4.6 RESPONSE DURING GRID FAULTS (FRT)* dokumentiert im Prüfbericht [TR3]. Anmerkung: Der Nachweis der Stabilität bei Netzpendelungen wurde im Rahmen der dynamischen Netzstützung abgedeckt.
5.2.1 FRT-Fähigkeit (fault ride through) von Stromerzeugungsanlagen	
5.2.2 Wirkstrom- und Blindstromeinspeisung während und nach Netzfehlern	
5.2.3 Stabilität bei Netzpendelungen	

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten	
Anforderung (Kapitel Tor Erzeuger)	**Bewertung**
5.3 Anforderungen hinsichtlich statischer Spannungshaltung	---
5.3.1 Spannungsbereiche	Konform. (*Herstellererklärung*): Die EZE ist in der Lage in einem Spannungsbereich von 80% U_n bis 120% U_n sowie von 47,5 Hz bis 52,0 Hz ohne Unterbrechung zu arbeiten. Der Arbeitsbereich der Spannung und Frequenz kann über die Schutzfunktionen eingestellt werden. Prüfung nach Richtlinie [TR3], *4.7 VERIFICATION OF THE WORKING RANGE WITH REGARD TO VOLTAGE AND FREQUENCY* dokumentiert im Prüfbericht [TR3].
5.3.2 Trennung der Stromerzeugungsanlage vom Netz	Konform. Anforderung kann durch Einsatz der EZE-integrierten Schutzfunktion erfüllt werden. Prüfung nach Richtlinie [TR3], *4.4 PGU DISCONNECTION FROM THE GRID* dokumentiert im Prüfbericht [TR3].
5.3.3 Blindleistungskapazität	Anmerkung: 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). Die AC-Nennwirkleistung P_n ist ein vom Hersteller definierter Nennwert. Diese muss bei Bedarf zusätzlich mit Parametern eingestellt werden. Mit dieser Einstellung ist eine Blindleistungsbereitstellung • $\cos\varphi = 0{,}905$ bei Volllastbetrieb (P_n) und bei $U \geq U_n$ oder • $\cos\varphi = 0{,}995$ bei Volllastbetrieb (P_n) und bei $U = 0{,}9 \cdot U_n$ möglich. Die Parameter ermöglichen eine Reduzierung der Wirkleistung zugunsten der Blindleistungsbereitstellung der Einheiten. Dies muss auf Projektebene berücksichtigt werden. Die Blindleistungskapazität der EZE ist dokumentiert im Zertifikat [VDE-AR-N 4110:2018-11, VDE AR-N 4120:2018-11]. *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 [TR3].

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten	
Anforderung (Kapitel Tor Erzeuger)	**Bewertung**
5.3.4 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung	Konform. Die geforderten Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung sind auf EZE-Ebene implementiert (siehe Zertifikat [VDE-AR-N 4110:2018-11, VDE AR-N 4120:2018-11] und Prüfbericht [EN 50549-2]). Die entsprechenden Schnittstellen sind im Zertifikat [VDE-AR-N 4110:2018-11, VDE AR-N 4120:2018-11] dokumentiert. Bei Bedarf können die Funktionen im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Information der entsprechenden Schnittstellen sind über den Hersteller zu erfragen. Prüfungen nach Richtlinie [TR3], *4.2.4 Reactive power following setpoint;* *4.2.5 Q(U) control;* *4.2.6 Q(P) control;* *4.2.7 Reactive power Q with voltage limitation function.* dokumentiert im Prüfbericht [TR3]. Prüfungen nach Richtlinie [EN 50549-2], *4.7.2.3 Control modes* dokumentiert im Prüfbericht [EN 50549-2]
5.3.5 Spannungsregelung synchroner Stromerzeugungsanlagen	Entfällt. (Anforderung nur für Synchrone Stromerzeugungsanlagen)
5.3.6 Spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung	Entfällt. (keine Anforderungen vorgesehen) Anmerkung: Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Information der entsprechenden Schnittstellen sind über den Hersteller zu erfragen. Prüfungen nach Richtlinie [R25], *5.3.6 Spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung* dokumentiert im Prüfbericht [R25].
5.4 Anforderungen hinsichtlich Netzmanagement und Systemschutz	---
5.4.1 Wirkleistungsvorgabe durch den Netzbetreiber	Konform. Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Die entsprechenden Schnittstellen sind im Prüfbericht [TR3] dokumentiert. Bei Bedarf kann die Funktion im überlagerten EZA-Regler implementiert werden. Zur Info der entsprechenden Schnittstellen kann an Hersteller wenden. Prüfungen nach Richtlinie [TR3], *4.1.2 Operating power limited by grid operator* dokumentiert im Prüfbericht [TR3].

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten

5.4.2 Simulationsmodelle und Simulationsparameter	Konform. Validiertes Simulationsmodell sowie die entsprechenden Parameter vorhanden. (Siehe Zertifikat [VDE-AR-N 4110:2018-11, VDE AR-N 4120:2018-11] und Prüfbericht [TR4]).

- Die Funktionen sind implementiert im Modell gemäß Modellhandbuch (siehe Zertifikat [VDE-AR-N 4110:2018-11, VDE AR-N 4120:2018-11]):

The model includes the following functions:
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

- Für den Anwendungsbereich des Modells (siehe Zertifikat [VDE-AR-N 4110:2018-11, VDE AR-N 4120:2018-11]):

Model type:	☐ EMT model	☒ RMS model
The model is suitable for	☒ static simulation ☒ simulation of symmetrical and asymmetrical faults	☒ dynamic simulation ☐ only simulation of symmetrical faults
Implemented FRT modes:	☒ Full dynamic grid support ☒ Limited dynamic grid support	
Is k-factor adjustable?	☒ yes	☐ no
Further functions implemented in the model:	See *4.3 Model parameters [8]*	
Is a simulation on a PGS configuration with SCR = 5 possible?	☒ yes	☐ no, for a stable simulation the SCR has to be limited to: ___

- Der Umfang der Validierungs- und Plausibilitätstests nach Richtlinie [TR4] sind dokumentiert in Prüfbericht [TR4] (siehe Zertifikat [VDE-AR-N 4110:2018-11, VDE AR-N 4120:2018-11]):

4. Annex 4 – Validated simulation model

4.2. Description of the PGU simulation model [12]:

The provided RMS model of the *SExx.xK* family is implemented in DIgSILENT PowerFactory Version 2022 SP3. In time-domain the static generator model acts as a current source and is suitable for RMS simulations. It is recommended that the integration step size to be set to 1 ms for the simulations.

Description of the main control circuit (Figure 16):

There are five measurement elements:

- One for the active and reactive power
- Two for the measurement of converter terminal voltage
- One for measuring the grid frequency and
- One for the measurement of the voltage angle.

Static Generator: Controlled in current source mode, by the separated current controller model "SE33.3K - current Ctrl". Current references will be transformed mathematically in dq-axis reference frame for further implementation in control functions. The angle of the converter AC voltage will be measured per PLL method (phase-locked loop).

SE33.3K Current Control: Receives references for active and reactive currents, respectively from the DC voltage controller and reactive power controller models. The block monitors the voltages at the inverter terminals and use these to detect electrical grid faults. It first distinguishes between balanced and unbalanced faults and control as required from the grid code, the model calculates and set the current setpoints to support the grid in case of grid failures, all physical limits of the inverter will be respected and has the highest priority.

SE33.3K Reactive Power Control: Calculates the reactive current reference during normal and transient operation according to the setpoints of the integral controller, based on the selected mode.

SE33.3K P(f) Control: Contains the active power reaction functions in case of over- and under-frequency, according to the requirements of grid operator.

Protection Functions: When activated, disconnects the static generator model in the event of prolonged and excessive excursions of the protection settings required from the grid operator (adjustable parameters).

Detection of FRT event:

Faults are detected if at least one of the P-P voltage values of one phase exceeds the defined threshold ($U_n \pm 0{,}1 \cdot U_n$).

During all kinds of FRT events the models can be operated continuously and provide grid support. In case of HVRT the model injects an under-excited reactive current. A VRT event is not detected in case of an abrupt voltage change.

Voltage reference for additional reactive current calculation:

The reference voltage (voltage before faults) is the 60 s moving average of positive sequence P-P voltage.

The reference will be maintained during faults, so no drift during a series of voltage drops is to be expected.

Anhang 5 – Bewertung der Konformität der Erzeugungseinheiten	
Anforderung (Kapitel Tor Erzeuger)	**Bewertung**
5.4.3 Systemschutz	Anmerkung: Genaue Betrachtung auf Anlagenebene notwendig. Siehe Punkt 5.3.4.
5.5 Anforderungen hinsichtlich Synchronisierung und Netzwiederaufbau	---
5.5.1 Synchronisierungsvorrichtungen	Entfällt. Anmerkung: Genaue Betrachtung auf Anlagenebene notwendig.
5.5.2 Zuschaltbedingungen	Anmerkung: Genaue Betrachtung auf Anlagenebene notwendig. Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Prüfungen nach Richtlinie [TR3], *4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS* dokumentiert im Prüfbericht [TR3].
5.5.3 Schwarzstartfähigkeit	Entfällt. (Keine Anforderung vorgesehen nach Tor Erzeuger Typ B) (Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ C nicht zwingend erforderlich) (Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ D nicht zwingend erforderlich)
5.5.4 Inselbetriebsfähigkeit	Entfällt. (Keine Anforderung vorgesehen nach Tor Erzeuger Typ B) (Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ C nicht zwingend erforderlich) (Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ D nicht zwingend erforderlich)
5.5.5 Schnelle Neusynchronisierung	Entfällt. (Keine Anforderung vorgesehen nach Tor Erzeuger Typ B) (Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ C erforderlich) (Anforderungen nach Tor Erzeuger Typ D erforderlich) Anmerkung: Funktion auch auf EZE-Ebene implementiert. Prüfung nach Richtlinie [TR3], *4.5 VERIFICATION OF CONNECTION CONDITIONS* dokumentiert im Prüfbericht [TR3].
5.6 Anforderungen hinsichtlich Datenaustausch	Entfällt. Anmerkung: Genaue Betrachtung auf Anlagenebene notwendig.
6 Ausführung der Anlage und Schutz	Entfällt. Anmerkung: Genaue Betrachtung auf Anlagenebene notwendig.