



Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Unit Certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110

Hersteller / Manufacturer
Adresse / Address
Typ Erzeugungseinheit
Type of generating Unit

Fronius International GmbH
Froniusstraße 1, 4643 Pettenbach, Austria
PV-Wechselrichter (Typ 2)
PV-Inverter (Type 2)

Bemessungswerte
Rated values

Fronius Eco	25.0-3-S	27.0-3-S
Bemessungswirkleistung Rated active power	25 kW	27 kW
Bemessungsscheinleistung Rated apparent power	25 kVA	27 kVA
AC-Bemessungsspannung AC rated voltage	3/N/PE AC 380/220 V 3/N/PE AC 400/230 V	
AC-Nennfrequenz / AC rated frequency	50 / 60 Hz	
Softwarestand/ Version of software	Siehe Kapitel 3.3	

Validiertes
Simulationsmodell /
Validated simulation
model

Name & Identifikations- nummer (MD5)	FRONIUS_ECO.7z a05f8c48599a9fb2bc529ea9cf78bd59
---	--

Netzanschlussregel / Grid connection code

[1] VDE-AR-N 4110:2023-09

Zertifizierungsregel / Certification rule

[2] FGW TR 8 Rev.9

Modellvalidierung / Model validation

[3] FGW TR 4 Rev.10

Prüfanforderung / Testing standard

[4] FGW TR3 Rev. 25

Evaluierungsbericht / Evaluation Report

[5] 325091-RE-1

[6] 325091-RE-2

ID-Nummer / ID-number 40050403 Rev.3

Befristet zum / Valid until 2029-11-24

Dieses Zertifikat bestätigt, dass die oben bezeichneten Erzeugungseinheiten die Anforderungen der Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110:2023-09 mit folgender Einschränkung erfüllen:

- Siehe Bemerkungen in Kapitel 8

This certificate confirms that the generating units named above meet the requirements of the grid connection code VDE-AR-N 4110: 2023-09 with the following restriction:

- See the remarks in chapter 8

Zum Zertifikat gehört ein Anhang (Seite 2-35) mit weiteren Informationen zu den PV-Wechselrichtern Fronius Eco.

The certificate includes an appendix (page 2-35) with further information concerning the PV inverters Fronius Eco.

Dieses Zertifikat berechtigt nicht zur Nutzung eines markenrechtlich geschützten Zeichens des VDE.

This certificate does not authorize the use of any of the legally protected VDE marks.

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH
Zertifizierung Produkte

2024-11-25 M. Tasotti

Merianstrasse 28, 63069 Offenbach, Germany
phone +49 69 83 06-0, fax: +49 69 83 06-555
e-mail: vde-institut@vde.com, www.vde-institut.com
VDE Zertifikate sind nur gültig bei Veröffentlichung unter: www.vde.com/zertifikat
VDE certificates are valid only when published on: www.vde.com/certificate

VDE
INSTITUT

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



1	Revisionsverzeichnis	3
2	Richtlinien, Prüfberichte und Dokumente / Guidelines, Test Reports and Documents	4
3	Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten.....	5
3.1	Allgemein	5
3.2	Zusammenstellung der technischen Daten	5
3.3	Softwarestand	6
3.4	Schnittstellen.....	6
4	Simulationsmodell.....	7
5	Charakteristische Betriebseigenschaften.....	8
5.1	Bezugsgrößen und Übertragbarkeit	8
5.2	Quasistationärer Betrieb und Pendelungen.....	9
5.3	Netzurückwirkungen.....	10
5.4	Blindleistungsbereitstellung	11
5.5	Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung	12
5.6	Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement	13
5.7	Wirkleistungsabgabe in Abhängigkeit der Netzfrequenz.....	14
5.8	Zuschaltbedingungen	15
5.9	Dynamische Netzstützung	16
5.10	Kurzschlussstrombeitrag der EZE	18
5.11	Schutz.....	19
6	Auszüge aus den Prüfberichten	20
6.1	Teil 1: Netzverträglichkeit	20
6.2	Teil 2: Regelfähigkeit am Netz.....	25
6.3	Teil 3: Schutzsystem	27
6.4	Teil 4: Prüfumgebung	29
7	Zertifizierungsrelevante Parameter.....	30
8	Zusammenfassung der Bewertung.....	34

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



1 Revisionsverzeichnis

Revision	Datum / Date	Bemerkung / Remark
-	2019-08-13	Erstellung / first edition
Rev.1	2019-11-27	Falsche Messergebnisse im Anhang des Zertifikats (Zwischenharmonische) dargestellt
Rev.2	2021-12-20	Unterschrift Fachzertifizierer und DAKKS-Logo auf der letzten Seite des Zertifikats Präzisierung insbesondere der Kapitel „Quasistationärer Betrieb“ und „Schutz“: Neue Herstellererklärungen und Prüfberichte (Evaluierungsberichte) (Keine Änderung hinsichtlich des technischen Inhalts zu den alten Revisionen)
Rev.3	2024-11-25	Verlängerung / extension Informativ Es handelt sich bei diesem Einheitszertifikat um die Verlängerung des Einheitszertifikats mit der ID 40050403 Rev. 2. Da sich technologisch keine Veränderungen an den Einheiten ergeben haben, stützt sich die Erstellung dieses Einheitszertifikats teilweise auf frühere Prüfergebnisse und Herstellererklärungen.



SOLAR PLAZA

Solarsystemen und Wärmepumpen

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



2 Richtlinien, Prüfberichte und Dokumente / Guidelines, Test Reports and Documents

Referenz / Reference	Richtlinie / Guideline
[1]	VDE-AR-N 4110: 2023-09 Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung) <i>Technical requirements for the connection and operation of customer installations to the medium voltage network (TCR medium voltage)</i>
[2]	FGW TR8 Rev. 9: 2019-02 Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten, -anlagen und Speicher sowie für deren Komponenten, Teil 8: Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Stromnetz <i>Technical guidelines for generating units, systems and storage as well as for their components, part 8: Certification of the electrical properties of generation units and systems, storage systems and their components on the power grid</i>
[3]	FGW TR4 Rev. 10: 2022-04-05 Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und -anlagen Teil 4: Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie deren Komponenten <i>Technical guidelines for generating units and systems, part 4: Requirements for modeling and validation of simulation models of the electrical properties of generation units and systems, storage systems and their components on the power grid</i>
[4]	FGW TR3 Rev. 25: 2018-09¹⁾ Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und -anlagen Teil 3: Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz <i>Technical guidelines for generating units and systems, part 3: Determining the electrical properties of generating units and installations, storage as well their components at the medium high and very high voltage grid.</i> ¹⁾ Zum Zeitpunkt der Erstellung des Zertifikats lag bereits die Rev. 10 der FGW TR3 vor. / At the time the certificate was created, Rev. 26 of the FGW TR3 was already available.

Referenz / Reference	Prüf- und Evaluierungsbereiche / Test and evaluation reports
[5]	325091-RE-1: 2024-11-25 VDE-Evaluierungsbericht / VDE evaluation report
[6]	325091-RE-2: 2024-11-25 VDE-Evaluierungsbericht (Simulationsmodell) / VDE evaluation report (simulation model)
[7]	SGP-012297_0-R4: 2019-07-25 Prüfbericht / test report AIT (Fronius Eco 27.0-3-S)

Referenz / Reference	Herstellerdokumente (Auswahl) / Manufacturer documents (selection)
[8]	Herstellererklärung der Fa. Fronius „Allgemeine Beschreibung der EZE Eco 25 und 27“, Version vom 07.12.2021
[9]	Herstellererklärung der Fa. Fronius „Herstellererklärung Priorisierung von Wirkleistungsvorgaben der VDE FNN“, Version vom 21-08-2024

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



3 Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

3.1 Allgemein

Die Eco-Familie umfasst insgesamt 2 unterschiedlichen Hardwarevarianten: den Fronius Eco 25.0-3-S und Fronius Eco 27.0-3-S.

Die Kennziffer im Typennamen beschreibt die realisierte Nenn- bzw. Bemessungs-Schein- bzw. -Wirkleistung. Die unterschiedlichen Eco-WR unterscheiden sich nicht hinsichtlich ihres mechanischen Aufbaus: die verwendete HW (IGBT-Leistungsteil, Kühlung, Filter, Kabel...etc.) ist identisch, somit auch Gewicht und Abmessungen. Die Leistungsreduzierung wird durch SW-Einstellungen erreicht.

3.2 Zusammenstellung der technischen Daten

Technische Daten der EZE		
Hersteller	Fronius International GmbH	
EZE	Photovoltaik (PV) – Wechselrichter (Typ 2)	
Typenbezeichnung	Fronius Eco	
	25.0-3-S	27.0-3-S
Schutzart	IP66	
Schutzklasse	1	
Überspannungskategorie (AC/DC)	2 / 3	
Kühlung	Geregelte Luftkühlung	
Umgebungstemperatur	-25°C ... +60°C	
Abmessungen (H x B x T)	725 x 510 x 225 mm	
Gewicht	35,7 kg	
Nachtverbrauch	< 1 W	
AC-Ausgangsgrößen		
Bemessungsspannung	3~NPE 380 V / 220V 3~NPE 400V / 230V	
Bemessungsstrom	37,9 A (380 V / 220V) 36,2 A (400 V / 230V)	40,9 A (380 V / 220V) 39,1 A (400 V / 230V)
Maximaler Ausgangsstrom	42 A	
Netzfrequenz	50 Hz / 60 Hz	
Leistungsfaktor (cos φ)	0-1 (induktiv wie kapazitiv).	
Bemessungsscheinleistung	25 kVA	27 kVA
Bemessungswirkleistung	25 kW	27 kW
DC-Eingangsgrößen		
Maximale Eingangsspannung	850 V	
Minimale Eingangsspannung	580 V	
Start-up Spannung	650 V	
Maximale MPP Spannung	850V	
Minimale MPP Spannung	580 V ¹⁾	
Anzahl MPP-Tracker	1	
Anzahl der DC-Anschlüsse	6	
Maximaler Eingangsstrom	44,2 A	47,7 A
Maximaler Kurzschlussstrom Modulfeld	80 A	
Max. PV-Generatorleistung	37,8 kWp	
Bemerkung		
¹⁾ Bei 400 V / 230V tatsächlicher Netzspannung; Auslegungsempfehlung (U _{mpp min}): 600 V		

Tabelle 1 – Allgemeine Informationen und technische Daten

Einheitszertifikat Fronius Eco
40050403 Rev.3

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



3.3 Softwarestand

Die aktuellen Software-Stände der WR Fronius Eco 25.0-3-S und 27.0-3-S für dieses Einheitenzertifikat sind in folgenden Tabellen wiedergegeben.

Software-Baugruppen	Fronius Eco	
	25.0-3-S	27.0-3-S
Regelungssoftware (ROACH), Main Prozessor	V1.15.3.1 (V1.1.11.1)	
Filtersoftware (ECOFIL27), Guard Prozessor	V0.11.10.1 (V0.11.6.1)	
Display & Setup (Recerbo)	V0.3.30.1 (V0.3.21.0)	
Bemerkung <ul style="list-style-type: none">- In Klammern angegeben ist ein älterer SW-Stand. Mit diesem älteren SW-Stand wurden die Messungen in [7] durchgeführt. Der Hersteller hat bestätigt, dass die aktuelle SW-Version keinen Einfluss auf die zertifizierungsrelevanten elektrischen Eigenschaften hat.		

Tabelle 2 – Software-Version der untersuchten EZE

3.4 Schnittstellen

Schnittstelle	Fronius Eco (für beide Varianten)
LAN/WLAN	Fronius Solarweb, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)V1.1.11.1
6 Eingänge, / 4 digitale Ein-/Ausgänge	Anbindung an Rundsteuerempfänger
USB (Ty- A Buchse)	Datenlogging, Wechselrichter-Update per USB-Stick
2xRS422 (RJ45-Buchse)	Fronius Solar Net
Meldeausgang	Energiemanagement (potentialfreier Relaisausgang)
Datenlogger und Webserver	Integriert
Externer Eingang	Anbindung S0-Zähler / Auswertung Überspannungsschutz
DisRS 485	Modbus RTU SunSpec oder Zähleranbindung

Tabelle 3 – Schnittstellen Fronius Eco



4 Simulationsmodell

Angaben zum Simulationsmodell	
Softwareumgebung / Hersteller	MathWorks – MATLAB – Simulink – SimPowerSystems
Software-Version der Softwareumgebung	Matlab: 9.4 (R2018a) (64 bit) oder höher Simulink Version 9.1 (R018a) oder höher
Dateinamen	Das Modell besteht aus den folgenden Dateien: - 249 mex-Files (Ordner: mexfiles) - ECO_EZE.slx - ECO_EZA.slx - Fronius_ECO.JPG
Checksumme (MD5)	FRONIUS_ECO.7z a05f8c48599a9fb2bc529ea9cf78bd59
Modelltyp	☐ EMT-Modell ☒ RMS-Modell
Schrittweite	0,1 ms
Fehlerfälle	Symmetrische / Unsymmetrische Fehler
Wählbare Wirkleistungsregelmodi	- Wirkleistung nach Sollwertvorgabe - Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz
Wählbare Blindleistungsregelmodi	- Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ (fest) - Blindleistung Q_{abs} (fest) - Blindleistung Q_{rel} (fest) - Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$ - Keine Blindleistungseinspeisung
Bemerkung <ul style="list-style-type: none"> - Das Simulationsmodell ist gleichermaßen für den Fronius Eco 25.0-3-S wie für den Fronius Eco 27.0-3-S gültig. Da der Fronius Eco 27.0-3-S nach FGW - TR 3 Rev. 25 vermessen wurde, wurde das Modell mit der Parametrierung für diesen Wechselrichtertypen validiert. Eine Validierung des Wechselrichtertypen Fronius Eco 25.0-3-S wurde nicht durchgeführt – für den Fronius Eco 25.0-3-S wurden Plausibilitätsprüfungen durchgeführt. 	

Tabelle 4 – Allgemeines zum Simulationsmodell

SOLAR PLAZA
Solarsystemen und Wärmepumpen



5 Charakteristische Betriebseigenschaften

5.1 Bezugsgrößen und Übertragbarkeit

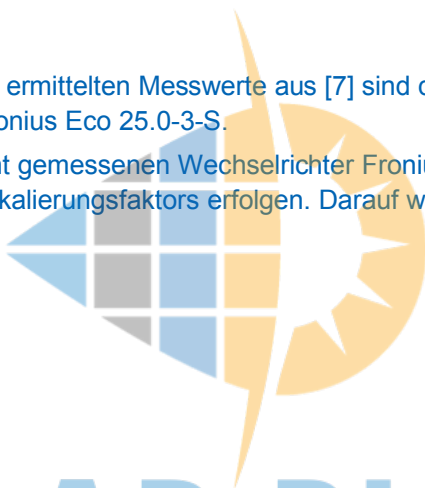
Es gelten für die folgenden Ausführungen die folgenden Bezugsgrößen:

Bezugsgrößen		
Typ	Fronius Eco	
	25.0-3-S	27.0-3-S
Bemessungsscheinleistung	25 kVA	27 kVA
Bemessungswirkleistung	25 kW	27 kW
Bemessungsspannung	400 V _{L-L}	
Bemessungsstrom	36,2 A	39,1 A

Tabelle 5 – Für die Auswertung der Daten der Herstellererklärung bzw. der Messdaten aus [7] anzuwendenden Bezugsgrößen

Die am Fronius Eco 27.0-3-S ermittelten Messwerte aus [7] sind direkt übertragbar auf den nicht gemessenen Wechselrichter Fronius Eco 25.0-3-S.

Die Übertragung auf den nicht gemessenen Wechselrichter Fronius Eco 25.0-3-S kann direkt oder mithilfe eines entsprechenden Skalierungsfaktors erfolgen. Darauf wird im Folgenden im Einzelnen eingegangen.



SOLAR PLAZA

Solarsystemen und Wärmepumpen



5.2 Quasistationärer Betrieb und Pendelungen

Nach Herstellererklärung ist ein quasistationärer Betrieb mit gemäß [1] Kap. 10.2.1.2 definierten Frequenz bzw. Spannungsbereichen möglich:

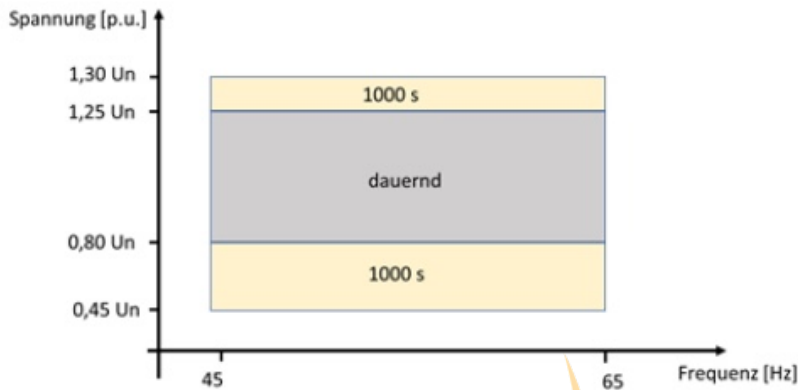


Abbildung 1 – Quasistationärer Betriebsbereich der WR Fronius Eco (Herstellerangabe)

Im Rahmen der Einheitenzertifizierung wurde das richtlinienkonforme Vermögen des Fronius Eco 27.0-3-S durch die Messungen bei 6 verschiedenen Arbeitspunkten bestätigt (siehe [7])

Die am Fronius Eco 27.0-3-S ermittelten Messwerte aus [7] sind direkt übertragbar auf den nicht getesteten Wechselrichter Fronius Eco 25.0-3-S.

Informativ

Das maximale Wirkleistungsvermögen der EZE ist gemäß Abbildung 2 spannungsabhängig. Gemäß [1] ist im quasistationären Spannungsbereich (90% bis 110% U_N) die direkte Wechselwirkung zwischen der Netzspannung und der Anlagenwirkleistung nicht zulässig. Dies ist im Rahmen der Anlagenzertifizierung zu bewerten.

SOLAR PLAZA

Solarsystemen und Wärmepumpen



5.3 Netzurückwirkungen

Siehe dazu Kapitel 6.1



SOLAR PLAZA

Solarsystemen und Wärmepumpen





5.4 Blindleistungsbereitstellung

In Abbildung 2 ist das P/Q -Diagramm der Wechselrichter Fronius Eco gemäß Herstellererklärung dargestellt.

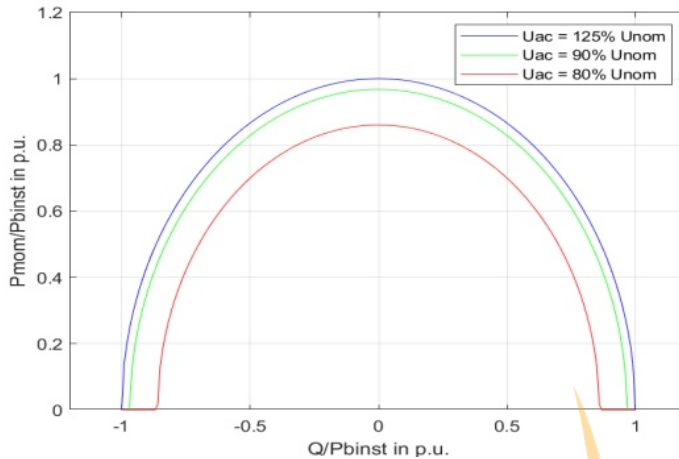


Abbildung 2 – P/Q -Diagramm gemäß Herstellererklärung

- P_{binst} ist als Bemessungsleistung des Wechselrichters zu interpretieren, also 25 kW bzw. 27 kW
- Die Kurven sind dauernd fahrbar, wenn die Randbedingungen (z.B. Schutzeinstellungen) es zulassen.
- Blindleistung in untererregter Fahrweise ist mit negativem Vorzeichen versehen

Die folgende Abbildung zeigt die Spannungsabhängigkeit des Blindleistungsvermögens

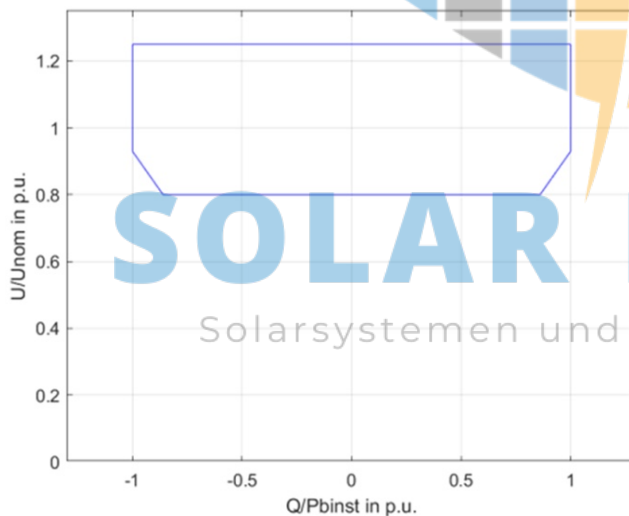


Abbildung 3 – Spannungsabhängigkeit des Blindleistungsvermögens gemäß Herstellererklärung

- P_{binst} ist als Nennleistung des Wechselrichters zu interpretieren, also 25 kW bzw. 27 kW
- U_C ist als AC-Klemmen-Nennspannung des Wechselrichters zu interpretieren

Zusätzlich wurden in [7] insgesamt vier Q -Übergangsfunktionen gemessen, wobei die Wirkleistung (10% P_{TE} und 50% P_{TE}) sowie die Einstellzeit (minimaler und maximaler Einstellwert) variiert wurde. Die Ergebnisse sind im Kapitel 6.2 zusammengefasst.

Die gemessenen Abweichungen $\Delta Q / P_{TE}$ sowie Einstellzeiten am Fronius Eco 27.0-3-S aus [7] sind unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bemessungsleistung P_{TE} auf den nicht getesteten Wechselrichter Fronius Eco 25.0-3 übertragbar.



5.5 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung

Gemäß [8] können die Wechselrichter Fronius Eco folgende Blindleistungsbetriebsarten fahren:

- 1) OFF "(d.h. $\cos \varphi = 1$)
- 2) Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ (fest)
- 3) Blindleistung $Q_{rel} = \text{konstant}$ (vorgebar induktiv wie kapazitiv als relative Größe, bezogen auf die Bemessungscheinleistung)
- 4) Blindleistung $Q_{abs} = \text{konstant}$ (vorgebar induktiv wie kapazitiv als absolute Größe)
- 5) Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$
- 6) Verschiebungsfaktor $\cos \varphi(P)$ -Kennlinie
- 7) Blindleistungs-Wirkleistungskennlinie $Q(P)$

Die Varianten 2, 3, 5 sind im Rahmen der Vermessung geprüft worden.

Weitere Informationen siehe Kapitel 6.2.



SOLAR PLAZA

Solarsystemen und Wärmepumpen





5.6 Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement

Der Wirkleistungsgradient lässt sich an den Fronius Wechselrichtern Eco im Bereich 0,33 bis 0,66 % P_{FE} /Sekunde einstellen.

Der gemessene maximale Wirkleistungsgradient liegt geringfügig über dem Grenzwert von 0,66% P_{FE} /s. Um die Einhaltung des Grenzwerts zu gewährleisten, sollten für alle Wechselrichter Fronius Eco keine Wirkleistungsgradienten größer 0,64% P_{FE} /s eingestellt werden.

Die Einstellgenauigkeit bzw. die max. Abweichung zwischen Soll- und Istwert der Wirkleistung des vermessenen Wechselrichters Fronius Eco 27.0-3-S in [7] liegt bei ca. 1,4 % der Bemessungsleistung P_{FE} .

Dies ist auf den nicht getesteten Wechselrichter Fronius Eco 25.0-3 übertragbar.

Den Wechselrichtern Fronius Eco steht nur ein (digitaler) Sollwerteingang zur Verfügung. Getrennte Sollwertvorgaben von z.B. Netzbetreiber und Direktvermarkter sind nicht möglich. Die Priorisierung der unterschiedlichen Sollwertvorgaben muss bei Bedarf in einer externen Regel- oder Steuereinheit (beispielsweise im EZA-Regler) erfolgen.

Die Wechselrichter Fronius Eco zeigen eine Abhängigkeit der max. abgebbaren Wirkleistung von der Umgebungstemperatur:

Umgebungs- temperatur	Fronius Eco	
	25.0-3-S	27.0-3-S
45°C	25 kW	27kW
50°C	21,5 kW	23,5 kW
55°C	18 kW	19,7 kW
60°C	14,8 kW	15,4 kW

Tabelle 6 – Ausgangsleistung abhängig von Umgebungstemperatur

Weitere Informationen siehe Kapitel 6.2

SOLAR PLAZA

Solarsystemen und Wärmepumpen

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110

5.7 Wirkleistungsabgabe in Abhängigkeit der Netzfrequenz

Siehe dazu Kapitel 6.2 und Kapitel 7.

Die Priorisierung der Wirkleistungsvorgaben (VDE-AR-N 4110, Kapitel 8.1) ist in Kombination mit einem passenden EZA-Regler möglich. Gemäß [9] soll die $P(f)$ -Funktion in diesem Fall im Wechselrichter deaktiviert werden, während die Priorisierung sowie die $P(f)$ -Funktion im EZA-Regler umgesetzt werden.

Informativ

Im Falle eines Unterfrequenzereignisses hat die Leistungssteigerung der $P(f)$ -Funktion dabei Vorrang gegenüber den Vorgaben des Direktvermarkters.



SOLAR PLAZA

Solarsystemen und Wärmepumpen



5.8 Zuschaltbedingungen

Die Zuschaltgrenzen sind einstellbar und ist eine Zuschaltung und Wiedereinschaltung bei den nach [1] geforderten Spannungs- Frequenzbereichen technisch möglich.

Die durchgeführten Prüfungen aus [7] bestätigen, dass die Anforderungen an eine Zuschaltung und Wiedereinschaltung erfüllt werden.

Bei vorhergegangener Abschaltung des Wechselrichters Fronius Eco aufgrund eines Netzfehlers bleibt der Wechselrichter 600 s (Standardwert) abgeschaltet. Diese Verzögerung ist einstellbar im Bereich 0 s bis 1.800 s. Anschließend schaltet der Wechselrichter, sollten Frequenz- und Spannungsniveau dies zulassen, automatisch wieder ans Netz und steigert die Einspeiseleistung.

Weitere Informationen siehe Kapitel 6.3 und Kapitel 7.

Informativ:

Die nach [1] vorgegebenen Zuschaltparameter beziehen sich auf die vom Netzbetreiber vorgegebene vereinbarte Versorgungsspannung U_C .

Die Spannungs-Standardzuschalteinstellungen des Fronius Eco beziehen sich auf $U_{n, L-E} = 230 V_{L-E}$.

Die Parametrierung der Zuschaltbedingungen ist im Zuge der Inbetriebsetzung unter Berücksichtigung von U_C und der Maschinentransformatorstufung anzupassen. Die Überprüfung der Parametrierung erfolgt im Rahmen der Anlagenzertifizierung.



SOLAR PLAZA

Solarsystemen und Wärmepumpen



5.9 Dynamische Netzstützung

Bei aktivierter FRT-Funktion erkennt der Wechselrichter Netzfehlerzustände (Netzspannungseinbrüche oder –Überhöhungen), bleibt während des Netzfehlers am Netz und speist einen beliebigen Kompensationsblindstrom ein.

Die PV-WR Fronius Eco verfügen mit der Umrichter- Regelung ROACH über die Fähigkeit, symmetrische und unsymmetrische Spannungseinbrüche oder -Überhöhungen durchzufahren und während des Fehlers einen Blindstrom als dynamische Netzstützung zu liefern.

Um allen Anforderungen gerecht zu werden, dient das Konzept der sogenannten Netzfehler-Regionen (VFRT-Regionen). Es sind drei individuelle Regionen vorbereitet, die unabhängig voneinander konfiguriert bzw. eingestellt werden können. Jede Region ist einem Netzspannungsbereich zugeordnet.

Zur dynamischen Netzstützung können folgende Einstellungen vorgenommen werden [8]:

- Detektionslimit: relativer Spannungswert, in Prozent bezogen auf die AC-Bemessungsspannung. Bei Werten über 100% wird die jeweilige Region als HVRT-Region (HighVoltage-Region), bei Werten untern 100% als LVRT-Region (LowVoltage-Region) verwendet. Das Detektionslimit ordnet einer Region einen Netzspannungsbereich zu.

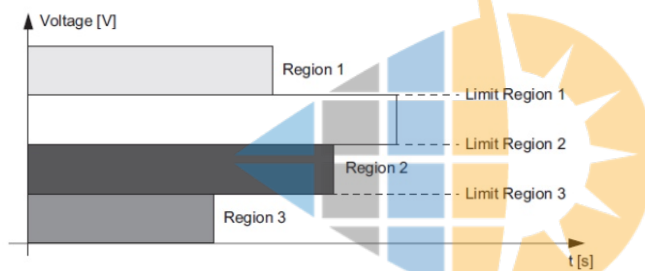


Abbildung 4 – Zuordnung der VFRT-Regionen (aus Herstellerangabe)

- Fehlerdetektions-Mode: beschreibt die Methode, wie ein Netzfehlerzustand erkannt wird.
- Kompensationsstrom-Berechnungs-Mode (zero-current, passive, activeUnbalanced, ...): beschreibt, wie während der Dauer des Netzfehlers ein zusätzlicher Kompensationsstrom berechnet wird.
- k -Faktor Mitsystem-Blindstrom: Multiplikationsfaktor für die Berechnung eines Mitsystem-Blindstroms während der Dauer des Netzfehlers. Der k -Faktor bestimmt die Amplitude des einzuspeisenden Blindstroms in Abhängigkeit der gemessenen Netzspannung während des Fehlers. Je höher der k -Faktor, desto höher der Blindstrom. Siehe hierzu auch die angegebenen Formeln der jeweiligen Berechnungs-Modi.
- k -Faktor Gegensystem-Blindstrom: Multiplikationsfaktor für die Berechnung eines Gegensystem-Blindstroms während der Dauer des Netzfehlers.
- Aktivierung der vollständigen oder eingeschränkten dynamischen Netzstützung nach [8]

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Beispiel 1: Vollständige dynamische Netzstützung

- Region 1:
Detektionslimit $110 \% \cdot U_{acNominal}$, Kompensationsstrom-Berechnungs-Mode = Unsymmetrische Blindstromeinspeisung, k -Faktor Mitsystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0), k -Faktor Gegensystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0)
- Region 2:
Detektionslimit $90 \% \cdot U_{acNominal}$, Kompensationsstrom-Berechnungs-Mode = Unsymmetrische Blindstromeinspeisung, k -Faktor Mitsystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0), k -Faktor Gegensystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0)
- Region 3:
Detektionslimit 0% , Kompensationsstrom-Berechnungs-Mode = Nullstromeinspeisung (hat keinen Einfluss), k -Faktor Mitsystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0), k -Faktor Gegensystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0)

Beispiel 2: Eingeschränkte dynamische Netzstützung

- Region 1:
Detektionslimit $110 \% \cdot U_{acNominal}$, Kompensationsstrom-Berechnungs-Mode = Unsymmetrische Blindstromeinspeisung, k -Faktor Mitsystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0), k -Faktor Gegensystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0)
- Region 2:
Detektionslimit $90 \% \cdot U_{acNominal}$, Kompensationsstrom-Berechnungs-Mode = Unsymmetrische Blindstromeinspeisung, k -Faktor Mitsystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0), k -Faktor Gegensystem = $0 \dots 2$ einstellbar (Defaultwert = 2.0)
- Region 3:
Detektionslimit $70 \% \cdot U_{acNominal}$, Kompensationsstrom-Berechnungs-Mode = Nullstromeinspeisung, k -Faktor Mitsystem = $0 \dots 2$ einstellbar (hat keinen Einfluss), k -Faktor Gegensystem = $0 \dots 2$ einstellbar (hat keinen Einfluss)

Zum Nachweis der prinzipiellen Fähigkeit der Wechselrichter Fronius Eco zur dynamischen Netzstützung wurde in [7] durch die nach FGW - TR 3 [4] Abschnitt 4.6 vorgeschriebenen Tests erfolgreich durchgeführt.



5.10 Kurzschlussstrombeitrag der EZE

Die notwendigen Parameter zur Berechnung der Kurzschlusswechselströme nach DIN EN 60909-0 werden wie folgt angegeben:

Angabe	Wert
Effektivwert des Quellenstroms bei dreipoligen Fehler I_{skPF}	42 A ^{1), 2)}
Effektivwert des Quellenstroms bei zweipoligen Fehler $I_{(1)sk2PF}$	42 A ^{1), 2)}
Effektivwert des Quellenstroms bei einpoligen Fehler $I_{(1)sk1PF}$	42 A ^{1), 2)}
Kurzschlussgegenimpedanz (Herstellerangabe) nur für ganzzahlige k -Faktoren $Z_{(2)PF}$	2,963 Ω ³⁾
Bemerkung <div><p>¹⁾ Bei Kurzschluss direkt an den AC-Klemmen des Wechselrichters. Angegeben ist hier der max. AC-Strom der Wechselrichter.</p><p>²⁾ Nach Herstellerangabe beträgt die Überlastkapazität des Wechselrichters im Dauerbetrieb 42 A. Dieser Wert wird als I_{skPF} für die Berechnung der Kurzschlusswechselströme gemäß DIN EN 60909-0 festgelegt</p><p>³⁾ Nach DIN EN 60909-0 ist die Mitsystemimpedanz als unendlich anzusetzen. Die Gegensystemimpedanz berechnet sich aus $Z(2) = X(2) = 0,5 \cdot \frac{U_n^2}{P_n}$</p></div>	

Tabelle 7 – Notwendige Parameter zur Berechnung der Kurzschlusswechselströme DIN EN 60909-0

SOLAR PLAZA
Solarsystemen und Wärmepumpen



5.11 Schutz

Die WR Fronius Eco sind mit einem internen Entkopplungsschutz versehen, die folgenden Funktionen umfasst:

- Spannungsrückgangsschutz $U_{<}$, $U_{<<}$
- Spannungssteigerungsschutz $U_{>}$
- Frequenzrückgangsschutz $f_{<}$
- Frequenzsteigerungsschutz $f_{>}$, $f_{>>}$

In folgender Abbildung ist der mögliche Einstellbereich zusammengefasst:

Frequenzsteigerungsschutz $f_{>>}$			Frequenzrückgangsschutz $f_{<}$		
Auslösewert	52,5	Hz	Auslösewert	47,5	Hz
Einstellbereich*	45 - 65	Hz	Einstellbereich*	45 - 65	Hz
Schrittweite	0,001	Hz	Schrittweite	0,001	Hz
Schutzverzögerung	100	ms	Schutzverzögerung	100	ms
Einstellbereich*	60 - 1000000	ms	Einstellbereich*	60 - 1000000	ms
Schrittweite	20	ms	Schrittweite	20	ms

Frequenzsteigerungsschutz $f_{>}$			Spannungsrückgangsschutz $U_{<<}$		
Auslösewert	51,5	Hz	Auslösewert	103,5	V
Einstellbereich*	45 - 65	Hz	Einstellbereich*	23 - 300	V
Schrittweite	0,001	Hz	Schrittweite	0,1	V
Schutzverzögerung	5000	ms	Schutzverzögerung	300	ms
Einstellbereich*	60 - 1000000	ms	Einstellbereich*	0 - 1000	s
Schrittweite	20	ms	Schrittweite	20	ms

Spannungssteigerungsschutz $U_{>>}$			Spannungsrückgangsschutz $U_{<}$		
Auslösewert	287,5	V	Auslösewert	184	V
Einstellbereich*	23 - 300	V	Einstellbereich*	23 - 300	V
Schrittweite	0,1	V	Schrittweite	0,1	V
Schutzverzögerung	100	ms	Schutzverzögerung	1000	ms
Einstellbereich*	0 - 1000	s	Einstellbereich*	0 - 1000	s
Schrittweite	20	ms	Schrittweite	20	ms

Abbildung 5– Schutzeinrichtung/Einstellmöglichkeiten der Wechselrichter Fronius Eco (Herstellereklärung)

Anmerkung: Der Tabellenwert „Auslösewert“ bzw. „Schaltverzögerung“ bezeichnet die Standardeinstellung der jeweiligen Schutzfunktion.

Es gibt keine Angaben zu einem festen (nicht parametrierbaren HW-) Eigenschutz der Wechselrichter Fronius Eco. Außer den über die SW einstellbaren Entkopplungsschutz gibt es keine weiteren Schutzfunktionen. Der Eigenschutz bzw. dessen Grenzen werden als min./max. einstellbarer Wert des Entkopplungsschutzes interpretiert.

Die Wechselrichter Fronius Eco haben keine Prüfvorrichtung (z.B. Klemmleiste) zur Überprüfung der parametrisierten Schutzfunktionen. Bei Einsatz dieser Wechselrichter in EZA, die ins Mittelspannungsnetz einspeisen, ist daher ein „externer“ bzw. „zwischengelagerter“ Entkopplungsschutz der Erzeugungseinheiten (NA-Schutz) vorzusehen.

Weitere Informationen siehe Kapitel 6.3 und Kapitel 7.

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



6 Auszüge aus den Prüfberichten

6.1 Teil 1: Netzverträglichkeit



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 1: Netzverträglichkeit / Part 1: Power Quality	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS ECO 27.9-3-S“	
„Determination of the electrical properties of the FRONIUS ECO 27.9-3-S“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_0_R1	Seite/Page 1/5
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter /central inverter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/ 27.0 kW
	Rated power P_n : 27.0 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-12297_0_R1	Messzeitraum/ Period of measurement 05.03.19–30.04.2019

Nennwerten / Rated data:			
Nennscheinleistung S_n	27.0 kVA	Nennstrom I_n	39.1 A
Rated apparent power S_n		Rated current I_n	
Nennfrequenz f_n	50 Hz	Nennspannung U_n (P-P)	400V
rated frequency f_n		rated Voltage U_n	

Wirkleistungsspitzen / Power peaks:				
Wirkleistungsspitzen in kW		Normierte Wirkleistungsspitzen in p.u.		Anzahl 10-Minuten Datensätze
$p_{\text{peak}}=P_{\text{peak}}/P_n$	-27.3870	$p_{\text{peak}}=P_{\text{peak}}/P_n$	1.0143	3
$p_{60}=P_{60}/P_n$	-27.3914	$p_{60}=P_{60}/P_n$	1.0145	3
$p_{0.2}=P_{0.2}/P_n$	-27.3938	$p_{0.2}=P_{0.2}/P_n$	1.0146	3

Schalthandlungen / Switching operations:				
Einschalten bei <10% P_n / Start-up at <10% P_n				
Max Anz. Schalthandlungen / Max. no. of switching operations N_{10}	1			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N_{120}	12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle	30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor $k_f(\psi_k)$	0.014	0.013	0.016	0.018
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_v(\psi_k)$	0.092	0.066	0.033	0.005

Schaltvorgang / Case of switching operation				
Ungünstigster Fall beim Umschalten der Generatorstufen				
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N_{10}	1			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N_{120}	12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle	30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor $k_f(\psi_k)$	N/A	N/A	N/A	N/A
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_v(\psi_k)$	N/A	N/A	N/A	N/A

Schaltvorgang / Case of switching operation				
Einschalten bei Nennleistung /Start-up at rated power				
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N_{10}	1			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N_{120}	12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle	30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor $k_f(\psi_k)$	0.013	0.013	0.016	0.018
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_v(\psi_k)$	1.213	0.948	0.574	0.244

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



Seite/Page 2/5

Schaltvorgang / Case of switching operation	Seviceabschaltung bei Nennleistung /Cut off at rated Pn			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N ₁₀	1			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N ₁₂₀	12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle	30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor $k_f(\psi_k)$	0.591	0.458	0.284	0.158
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_U(\psi_k)$	1.213	0.948	0.575	0.244

Unsymmetrie

P _n	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
u _i [%]	-2.72	-0.29	-0.13	-0.03	0.04	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14	0.13	-

Flicker:

	30°	50°	70°	85°
Flickerbeiwert / Flicker coefficient, c(ψ_k, P_{bin})	Flickerkoeffizient / Flicker coefficient, c(ψ_k, v_s)			
P _{bin} in %				
Max	-	-	-	-
100	0.16	0.17	0.18	0.18
90	0.24	0.23	0.20	0.18
80	0.23	0.23	0.20	0.18
70	0.23	0.22	0.19	0.17
60	0.23	0.22	0.19	0.17
50	0.23	0.21	0.18	0.16
40	0.23	0.21	0.18	0.16
30	0.23	0.20	0.17	0.15
20	0.22	0.19	0.16	0.15
10	0.21	0.19	0.15	0.14
0	0.09	0.09	0.09	0.09

SOLAR PLAZA
Solarsystemen und Wärmepumpen

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



Seite/Page 3/5

Oberschwingungsmessungen / Harmonics

P _{sin} (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Nr./Order	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)	i _h /i _n (%)
2	0.00	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.05	0.06
3	0.07	0.16	0.17	0.18	0.19	0.19	0.21	0.22	0.24	0.26	0.23
4	0.00	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03
5	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.25	0.27	0.37	0.50	0.53
6	0.00	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
7	0.06	0.11	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.12	0.18	0.22
8	0.00	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
9	0.06	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.17	0.15
10	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
11	0.05	0.05	0.07	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10
12	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
13	0.04	0.07	0.08	0.09	0.12	0.14	0.15	0.16	0.16	0.17	0.16
14	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
15	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06
16	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
17	0.03	0.03	0.05	0.05	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08
18	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
19	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
20	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
21	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
22	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
23	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
24	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
25	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
26	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
27	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
28	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
29	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
30	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
31	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
32	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
33	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
34	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
35	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
36	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
37	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
38	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
39	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
40	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
41	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
42	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
43	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
44	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
45	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
46	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
47	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
48	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
49	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
50	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
THC	0.16	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.45	0.48	0.55	0.67	0.69

Anhang zum Einheitenzertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



Zwischenharmonische, Normalbetrieb / Interharmonics at continuous operation

Seite/Page 4/5

P _{bin} (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f 50/60 (Hz)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)	I _h /I _n (%)
75	0.00	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
125	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
175	0.00	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
225	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
275	0.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07
325	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
375	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
425	0.00	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
475	0.00	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
525	0.00	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
575	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
625	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
675	0.00	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
725	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
775	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
825	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
875	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
925	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
975	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1025	0.00	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1075	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1125	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1175	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
1225	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
1275	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1325	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1375	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1425	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
1475	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1525	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1575	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1625	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
1675	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1725	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1775	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1825	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1875	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1925	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1975	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Anhang zum Einheitenzertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report

Teil 1: Netzverträglichkeit / Part 1: Power Quality

„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS ECO 27.9-3-S“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the FRONIUS ECO 27.9-3-S“

Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_0_R1

Seite/Page 5/5

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW

Höhere Frequenzen im Normalbetrieb / Higher Frequencies components

Pbin (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f (kHz)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)	I _r /I _n (%)
2.1	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
2.3	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
2.5	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
2.7	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
2.9	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06
3.1	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07
3.3	0.00	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09
3.5	0.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09
3.7	0.00	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08
3.9	0.00	0.07	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08
4.1	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06
4.3	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04
4.5	0.00	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
4.7	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
4.9	0.01	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.16	0.16
5.1	0.01	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17
5.3	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
5.5	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
5.7	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
5.9	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
6.1	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
6.3	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
6.5	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
6.7	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
6.9	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
7.1	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
7.3	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
7.5	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
7.7	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
7.9	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
8.1	0.00	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
8.3	0.00	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03
8.5	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
8.7	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03
8.9	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



6.2 Teil 2: Regelfähigkeit am Netz



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 2: Regelfähigkeit am Netz / Part 2: grid control capability	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS ECO 27.9-3-S“	
„Determination of the electrical properties of the FRONIUS ECO 27.9-3-S“	
Auszug Nr. / Extract No : SGP-12297_0_R1	Seite/Page 1/2
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/27.0 kW Rated power P_n : 27.0 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-12297_0_R1	Messzeitraum/ Period of measurement: 05.03.19–30.04.2019

Nennndaten / Rated data:

Nennscheinleistung S_n Rated apparent power S_n	27.0 kVA	Nennstrom I_n Rated current I_n	39.1 A
Nennfrequenz f_n rated frequency f_n	50 Hz	Nennspannung U_n (P-P) rated Voltage U_n	400V

Wirkleistungsspitzen / Power peaks

Wirkleistungsspitzen in kW	Normierte Wirkleistungsspitzen in p.u.	Anzahl 10-Minuten Datensätze
$p_{100} = P_{100}/P_n$ -27.3870	$p_{100} = P_{100}/P_n$ 1.0143	3
$p_{99} = P_{99}/P_n$ -27.3914	$p_{99} = P_{99}/P_n$ 1.0145	3
$p_{0.2} = P_{0.2}/P_n$ -27.3938	$p_{0.2} = P_{0.2}/P_n$ 1.0146	3

Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz / Active power vs frequency

Überfrequenz / overfrequency	Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzüberhöhung Mean power gradient at overfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 39.03% P_n /Hz
	max. Einschwingzeit / max. Settling time	0.6 s
	Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz / power gradient after recovery of overfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 9.6% P_n /Hz max. Gradient / max. gradient 9.6% P_n /Hz
Unterfrequenz / underfrequency	Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzunterschreitung / Mean power gradient at underfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 40.5% P_n /Hz
	max. Einschwingzeit / max. settling time	0.75 s
	Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Unterfrequenz / power gradient after recovery of underfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 9.6% P_n /Hz max. Gradient / max. gradient 9.6% P_n /Hz
Die EZE kann mit reduzierter Leistung betrieben werden. / The unit is able to run at reduced power.		Ja / Yes Nein / No
Maximale Sollwertabweichung der Wirkleistung Max. deviation of power setting		Überschreitung/ exceeding 1.4% P_n Unterschreitung/ undercut 0% P_n
Trennung vom Netz bei Wirkleistungssollwertvorgabe von: Disconnection from the grid at external active power setpoints at:		0% P_n
Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit minimalem Gradienten/ response time of the power output after a change in setpoint with minimal gradient	P0 -> Pmin	Zeit/ time: 15.383s Gradient: 101 % P_n / s
	Pmin -> P0	Zeit/ time: 15.043s Gradient: 101 % P_n / s
Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten/ response time of the power output after a change in setpoint with maximum gradient	P0 -> Pmin	Zeit/ time: 0.767 s Gradient: 1.1 % P_n / s
	Pmin -> P0	Zeit/ time: 0.770 s Gradient: 1.1 % P_n / s

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report

Teil 2: Regelfähigkeit am Netz / Part 2: grid control capability

„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS ECO 27.9-3-S“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the FRONIUS ECO 27.9-3-S“

Auszug Nr./ Extract No.: SGP-12297_0_R1

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW

Seite/Page 2/2

Blindleistungsbereitstellung / Provision of reactive power

Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb und maximaler Blindleistungsstellbereich / Control of reactive power in normal operation mode and maximum reactive power range	P/P _n	Q _{ind}	Q _o	Q _{kap}	P/P _n	Q _{ind}	Q _o	Q _{kap}
	1%	26.69	-00.2	-27.13	60%	22.2	01.3	-22.03
	10%	26.65	-00.4	-27.15	70%	19.74	01.5	-19.87
	20%	26.61	00.1	-26.83	80%	16.74	02.2	-16.90
	30%	26.03	00.3	-26.06	90%	12.65	02.7	-12.29
	40%	25.21	00.5	-25.23	100%	4.76	03.1	-4.96
	50%	23.84	00.5	-23.91	110%	-	03.7	-
Q _{ind} und / and Q _{kap} in kvar								
Arbeitspunkte des spannungsabhängigen P-Q-Diagramms / working points of the voltage dependent P-Q-diagram	AP / WP	U/U _n in %	P/P _n in %	Q in kvar				
	1 ind	90	10	25.6				
	2 ind	110	10	26.5				
	1 kap/cap	90	10	-26.4				
	2 kap/cap	110	10	-27.1				
Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe / Control of reactive power through set point signal	☐ Verschiebungsfaktor / power factor			☒ Blindleistung / reactive power				
	P _{bin} bei / at Q _{max}			10 %				
Längste Einschwingzeit / Longest response time	Parameter			Einschwingzeit / settling time				
	2%/s			1.250s				
	Standardzeit / standard time			10%/s				
	100%/s			33.67s				
Einstellgenauigkeit des Verschiebungsfaktors bzw. Blindleistung/ Positioning accuracy of power factor or reactive power	Sollwert / set point			Istwert / measured value				
	100%			26.69kvar / - 27.13kvar				
	100%			26.64 kvar / -27.15 kvar				
	50%			26.64 kvar / -27.15 kvar				
				13.53kvar / - 13.63kvar				
Anmerkung / remark	Soweit Q(U) und Q(P)-Regelung geprüft wurden, sind diese im Prüfbericht hinterlegt. If Q(U) and Q(P) control was tested, please see test report.							

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



6.3 Teil 3: Schutzsystem

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report							
Teil 3: Schutzsystem / Part 3: protection system							
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS ECO 27.9-3-S“							
„Determination of the electrical properties of the FRONIUS ECO 27.9-3-S“							
Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_0_R1						Seite/Page 1/2	
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW							
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter				Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:			
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH				Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter			
				Nennleistung/ 270kW Rated power P _n : 27.0 kW			
Prüfbericht/ test report: SGP-12297_0_R1				Messzeitraum/ Period of measurement: 05.03.19–30.04.2019			
Nennwerten / Rated data:							
Nennscheinleistung S _n Rated apparent power S _n				27.0 kVA		Nennstrom I _n Rated current I _n	
Nennfrequenz f _n rated frequency f _n				50 Hz		Nennspannung U _n (P-P) rated Voltage U _n	
						39.1A 400V	
Trennung der EZE vom Netz / Cut-off from grid							
☒ Die Überprüfung der Gesamtwirkungskette führte zu einer erfolgreichen Abschaltung. / The test of the whole trip circuit led to a successful shut down							
	Einstellwert Setting in pu oder/for Hz		Auslösewert Release value [pu]		Abschaltzeit Release time [s]		Rückfallverhältnis Disengaging ratio
	[pu] / [Hz]	[s]	min. max.	min. max.	min. max.		
Spannungssteigerungsschutz / Overvoltage protection: U>	1.1 / 1.3	180 / 0.02	1.01/1.294	1.101/1.298	179.99/0.024	180.02/0.036	☒ ≥ 0.98 ☐ < 0.98
Spannungssteigerungsschutz / Overvoltage protection: U>>	1.1 / 1.30	0.1 / 0.02	1.096/1.294	1.101/1.298	0.098/0.02	0.105/0.022	
Spannungsrückgangsschutz / Undervoltage protection: U<	0.45 / 0.9	2.4 / 0.02	0.448/0.893	0.45/0.894	2.397/0.021	2.405/0.025	☒ ≤ 1.02 ☐ > 1.02
Spannungsrückgangsschutz / Undervoltage protection: U<<	0.45 / 0.9	0.1 / 0.02	0.448/0.894	0.451/0.896	0.1/0.02	0.105/0.025	
Frequenzsteigerungsschutz / Overfrequency protection: f>	50.2 / 55.0	5 / 0.06	50.19 Hz	55.02 Hz	5 / 0.06	5 / 0.07	
Frequenzsteigerungsschutz / Overfrequency protection: f>>	50.2 / 55.0	0.1 / 0.06	50.20 Hz	55.02 Hz	0.10/0.06	0.104 / 0.071	
Frequenzrückgangsschutz / Underfrequency protection: f<	45.0 / 47.5	0.1 / 0.06	44.98 Hz	47.44 Hz	0.06/0.1	0.063/0.101	
Eigenzeit der Abschalteinheit / Operating time of circuit breaker:	-ms		☒ aus Messung by measurement ☐ aus Prüfzertifikat by test certificate				

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 3: Schutzsystem / Part 3: protection system	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der FRONIUS ECO 27.9-3-S“ „Determination of the electrical properties of the FRONIUS ECO 27.9-3-S“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_0_R1	Seite/Page 2/2
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/270kW Rated power P _n : 27.0 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-12297_0_R1	Messzeitraum/ Period of measurement: 05.03.19 – 30.04.2019

Nennndaten / Rated data:

Nennscheinleistung S _n Rated apparent power S _n	27.0 kVA	Nennstrom I _n Rated current I _n	39.1 A
Nennfrequenz f _n rated frequency f _n	50 Hz	Nennspannung U _n (P-P) rated Voltage U _n	400V

Zuschaltbedingungen / Cut-in conditions

	Einstellbereich / Setting range [pu] oder/oder [Hz]	Zuschaltung erfolgte im angegebenen Bereich cut in occurred within the given range	
Spannung / Voltage:	0,8 – 1,0 [pu] // 0.90	☐ nein / no	☒ ja / yes
Frequenz / Frequency:	0,0 – 100,0 [Hz] // 47.5	☐ nein / no	☒ ja / yes

Zuschaltbedingungen nach Auslösung des Entkopplungsschutzes / Cut-in conditions after tripping of protection

	Einstellbereich / Setting range [pu] oder/oder [Hz]	Zuschaltung erfolgte im angegebenen Bereich cut in occurred within the given range	
Unterspannung / Undervoltage:	0,8 – 1,0 [pu] // 0.95	☐ nein / no	☒ ja / yes
Unterfrequenz / Underfrequency:	0,0 – 100,0 [Hz] // 49.9	☐ nein / no	☒ ja / yes
Überfrequenz / Overfrequency:	0,0 – 100,0 [Hz] // 50.1	☐ nein / no	☒ ja / yes

SOLARPLAZA
Solarsystemen und Wärmepumpen

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



6.4 Teil 4: Prüfumgebung

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report Teil 4: Prüfumgebung / Part 4: Test conditions „Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften der FRONIUS ECO 27.9-3-S“ „Determination of the electrical properties of the FRONIUS ECO 27.9-3-S“ Auszug Nr./ Extract No : SGP-12297_0_R1 „Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW Seite/Page 1/1	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter /central inverter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter Nennleistung/ P_{ri} : 27.0 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-12297_0_R1	Messzeitraum/ Period of measurement: 05.03.19–30.04.2019
Messpunkt / Point of measurement	
Messpunkt / Point of measurement	Mittelspannungsseitig / medium-voltage side Niederspannungsseitig / low-voltage side
Kurzschlussverhältnis am Messpunkt / Short circuit ratio at point of measurement	3.89
Angaben Mittelspannungsnetz (falls zutreffend) / data medium-voltage system (if applicable)	
Kurzschlussleistung / Short Circuit Power	0.105
Netzimpedanzwinkel / Network impedance phase angle	85.4°
Vereinbarte Versorgungsspannung Agreed service voltage U_c	0.4 kV
Tranformatordaten (falls vorhanden) / transformer data (if existing):	
Nennleistung des Transformators / Nominal power of transformer	- MVA
Rel. Kurzschlussspannung des Transformators / rel. short-circuit voltage of transformer u_k	-%
Stufung des Transformators Tap position of transformer	-
Zusätzliche Anpassimpedanz / Additional Impedance D	
Mittelspannungsseitig / medium-voltage side	-
Niederspannungsseitig / low-voltage side	1512mΩ

Anhang zum Einheitenzertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110

7 Zertifizierungsrelevante Parameter

description	value	minimum	maximum	unit
UAC Inner Max	287500	23000	300000	[mV]
UAC Inner Min	184000	23000	300000	[mV]
UAC Inner Max Trip Time	5	0	50000	[Perioden]
UAC Inner Min Trip Time	50	0	50000	[Perioden]
UAC Reconnect Outer Max	253000	23000	300000	[mV]
UAC Reconnect Outer Min	207000	23000	300000	[mV]
UAC Outer Max	287500	23000	300000	[mV]
UAC Outer Min	103500	23000	300000	[mV]
UAC Outer Max Trip Time	5	0	50000	[Perioden]
UAC Outer Min Trip Time	15	0	50000	[Perioden]
UAC Longtime Max	253000	23000	300000	[mV]
UAC Longtime Max Trip Time	600	0	15300	[sec]
Anti-Islanding Detection Time	250	0	255	[Perioden]
FAC Inner Max	51500	45000	65000	[mHz]
FAC Inner Min	47500	45000	65000	[mHz]
FAC Inner Max Trip Time	250	3	50000	[Perioden]
FAC Inner Min Trip Time	5	3	50000	[Perioden]
FAC Outer Max	52500	45000	65000	[mHz]
FAC Outer Min	47500	45000	65000	[mHz]
FAC Outer Max Trip Time	5	3	50000	[Perioden]
FAC Outer Min Trip Time	5	3	50000	[Perioden]
FAC Reconnect Outer Max	50200	45000	65000	[mHz]
FAC Reconnect Outer Min	47500	45000	65000	[mHz]
Grid Monitoring Time TH1	30000	1000	900000	[msec]
Grid Monitoring Time RC TH2	600000	1000	900000	[msec]
UAC Outer Limit Mode	1	0	1	[list]
FAC Outer Limit Mode	1	0	1	[list]
UAC Reconnect Limit Mode	5	0	5	[list]
FAC Reconnect Limit Mode	5	0	5	[list]
Anti-Islanding Mode	0	0	2	[list]
UAC LongtimeLimit Mode	0	0	1	[list]
VoltageFaultRideThrough Mode	1	0	1	[list]
GridFrequencyDependentPowerReduction Mode	2	0	2	[list]
GradualPowerIncrementAtStartup Mode	1	0	2	[list]
Trip Time Offset Mode	0	0	1	[list]
Setup Configurable Error Delay Time	90000			[msec]
GFDPR Einschaltsschwelle	50200	45000	65000	[mHz]
GFDPR Ausschaltsschwelle max.	50050	45000	65000	[mHz]
GFDPR Derating Gradient	40000	10	300000	[m%/Hz]
GFDPR Return Gradient 1	160	10	100000	[m%/sec]
Softstart Gradient	660	1	100000	[m%/sec]
Manuelle statische Wirkleistungsreduktion	2000000	2500	2000000	[W]
GFDPR Initial Delay Time	0	0	60000	[msec]
GFDPR Zeitkonstante after Initial Delay Time	0	0	60000	[msec]
ReAcPoMo Constant Qrel Value	0			[%]
ReAcPoMo Constant Qabs Value	0			[var]
ReAcPoMo Constant COSPHI Zeitkonstante	100	10	60000	[msec]
ReAcPoMo Constant Qrel Zeitkonstante	100	10	60000	[msec]
ReAcPoMo Constant Qabs Zeitkonstante	100	10	60000	[msec]
ReAcPoMo COSPHI to P - Zeitkonstante	1000	10	60000	[msec]
ReAcPoMo Q to U - Zeitkonstante	5000	10	60000	[msec]
ReAcPoMo Q to P - Zeitkonstante	1000	10	60000	[msec]
Reactive Power Mode	1	0	6	[list]
ReAcPoMo Constant COSPHI Value	1000	-700	700	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 00	0	0	100000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 01	950	-700	700	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 10	10000	0	100000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 11	950	-700	700	[10 ⁻³]

Anhang zum Einheitenzertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 20	90000	0	100000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 21	-950	-700	700	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 30	100000	0	100000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 31	-950	-700	700	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 00	92000	50000	150000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 10	96000	50000	150000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 20	104000	50000	150000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 30	108000	50000	150000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 00	0	0	100000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 10	25000	0	100000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 20	25000	0	100000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 30	100000	0	100000	[m%]
AC-Nennspannung	230000	95000	335000	[mV]
Internal Trip Time Delay	0	0	50000	[Perioden]
Short Circuit Trip Time	1000	1	60000	[msec]
Automatic Retry Count	3	1	100	[count]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 01	-33000	-	-	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 11	-33000	-	-	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 21	33000	-	-	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to U 31	33000	-	-	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 01	0	-	-	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 11	0	-	-	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 21	0	-	-	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to P 31	0	-	-	[m%]
ReAcPoMo Constant cosphi Full Range	1000	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Constant cosphi Full Range Direction	0	-	-	[value]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 01 Full Range	950	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 01 Full Range Direction	0	-	-	[value]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 11 Full Range	950	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 11 Full Range Direction	0	-	-	[value]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 21 Full Range	950	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 21 Full Range Direction	1	-	-	[value]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 31 Full Range	950	0	0	[10 ⁻³]
ReAcPoMo Characteristics COSPHI to P 31 Full Range Direction	1	-	-	[value]
CosPhi(P) LockIn U-bezogen	120000	80000	120000	[m%]
CosPhi(P) LockOut U-bezogen	80000	80000	120000	[m%]
CosPhi(P) LockOut P-bezogen	0	0	100000	[m%]
Q(U) LockIn P-bezogen	0	0	100000	[m%]
Q(U) LockOut P-bezogen	0	0	100000	[m%]
Q(U) cosphimin	0	0	1000	[10 ⁻³]
Q(P) LockIn U-bezogen	120000	80000	120000	[m%]
Q(P) LockOut U-bezogen	80000	80000	120000	[m%]
Q(P) LockOut P-bezogen	0	0	100000	[m%]
ReAcPoMo Characteristics Q to U Initial Delay	0	0	60000	[msec]
ReAcPoMo Characteristics Q to U Offset Factor	0	-1000	1000	[10 ⁻³]
Enable Emergency Mode	0	0	1	[list]
ISO Warning Mode - trafolos	0	0	1	[list]
ISO Error Mode - trafolos	1	0	1	[list]
ISO Warning Threshold Value - trafolos	1000000	100000	10000000	[Ohm]
ISO Error Threshold Value - trafolos	100000	100000	10000000	[Ohm]
FAC Alternative Limit Mode	0	0	1	[list]
FAC Alternative Inner Limit max	50500	45000	65000	[mHz]
FAC Alternative Inner Limit min	49500	45000	65000	[mHz]
FAC Alternative Inner Limit max TripTime	5	3	50000	[Perioden]
FAC Alternative Inner Limit min TripTime	5	3	50000	[Perioden]
IDC Inner Limit Mode	0	0	2	[list]
IDC Outer Limit Mode	1	0	2	[list]
IDC Inner Limit relativ	300	0	10000	[m%]
IDC Outer Limit relativ	300	0	10000	[m%]

Anhang zum Einheitenzertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate according to the grid code VDE-AR-N 4110



IDC Inner Limit absolut	600	0	10000	[mA]
IDC Outer Limit absolut	600	0	10000	[mA]
IDC Inner Limit TripTime	150	0	10000	[msec]
IDC Outer Limit TripTime	90	0	10000	[msec]
Anti-Islanding ProfiMenü	1	-	-	[list]
Enable SPU-Notification	0	-	-	[list]
Rocof Mode	0	0	1	[list]
Rocof Frequency Limit	2500	50	99999	[mHz/sec]
Rocof TimeOut / TripTime	200	50	16000	[msec]
Power Ramp-Up Mode	0	0	1	[list]
Power Ramp-Up Value	300	0	100000	[m%/sec]
Power Ramp-Down Mode	0	0	1	[list]
Power Ramp-Down Value	300	0	100000	[m%/sec]
Datamanager Sync Check Mode	0	0	1	[list]
Datamanager Sync Fail Inverter Behaviour	0	0	0	[list]
Irradiation Ramp-Up Mode	0	0	1	[list]
Irradiation Ramp-Up Value	167	0	200000	[m%/sec]
Irradiation Ramp-Down Mode	0	0	1	[list]
Irradiation Ramp-Down Value	167	0	200000	[m%/sec]
AC-Nennfrequenz	50000			[mHz]
Anti-Islanding Quality Factor	2000	100	10000	[mValue]
GFDPR Ausschaltsschwelle min	45000	45000	65000	[mHz]
GFDPR Frequency Test Time	0	0	600000	[msec]
GFDPR Return Gradient 1 Alternative	5000	10	100000	[m%/sec]
GFDPR Return Gradient 2	5000	10	100000	[m%/sec]
GFDPR 'Use Return Gradient 2' Mode	0	0	1	[value]
GFDPR 'Return Gradient 1 Alternative' Enable Threshold	100000	0	100000	[m%]
GVDPR Mode	0	0	1	[list]
GVDPR Enable Limit	253000	208000	300000	[mV]
GVDPR Derating Gradient	8700	10	100000	[m%/V]
GVDPR Change Time Constant	10000	0	600000	[msec]
GVDPR Event Message	0	0	1	[list]
NL Mon Mode Filter	0	0	3	[list]
NL Mon UAC Outer Min	150000	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Outer Min TripTime	20	5	100	[Perioden]
NL Mon UAC Inner Min	180000	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Inner Min TripTime	20	5	100	[Perioden]
NL Mon UAC Inner Max	270000	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Inner Max TripTime	20	5	100	[Perioden]
NL Mon UAC Outer Max	287500	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Outer Max TripTime	20	5	100	[Perioden]
GFDPR - P bei StopFrequenz Überfrequenz	0	100000	0	[m%]
GFDPR - P bei StopFrequenz Unterfrequenz	0	0	100000	[m%]
GFDPR - Derating Strategie	0	0	1	[list]
GFDPR - Aktive Netzstützung	1	0	1	[list]
GFDPR - StopFrequenz bei Überfrequenz	52000	45000	65000	[mHz]
GFDPR - StopFrequenz bei Unterfrequenz	48000	45000	65000	[mHz]
GFDPR - Einschaltfrequenz bei Unterfrequenz	49800	45000	65000	[mHz]
GFDPR - Ausschaltgrenze Unterfrequenz max.	52000	45000	65000	[mHz]
GFDPR - Ausschaltgrenze Unterfrequenz min.	49900	45000	65000	[mHz]
GFDPR - Derating Gradient Unterfrequenz	40000	0	100000	[m%/Hz]
GFDPR - Bezugsgröße Überfrequenz	0	0	2	[value]
GFDPR time before increasing to Pnom	0	0	100000	[msec]
GVDPR - Aktive Netzstützung	0	0	1	[list]
GVDPR - Einschaltsschwelle für Unterspannungsderating	200000	200000	250000	[mV]
GVDPR - Gradient der Leistungsreduktion bei Unterspannung	10	10	100000	[m%/V]
Schnelle UAC Abschaltung	1	0	1	[value]
Schnelle UAC Abschaltung TripTime	500	100	20000	[usec]
Redundante Frequenzmessung	1	0	1	[value]

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Redundante Spannungsmessung	1	0	1	[value]
Batterie SOC Limit AGF max	90000	0	100000	[m%]
Batterie SOC Limit AGF min	10000	0	100000	[m%]
Batterie SOC Limits AGF Valid Flag	0	0	1	[value]
P/Q Priority Mode	0	0	1	[value]
UAC Middle Limit Mode	0	0	1	[list]
UAC Middle Min	100000	23000	300000	[mV]
UAC Middle Min Trip Time	9	0	50000	[Perioden]
UAC Middle Max	280000	23000	300000	[mV]
UAC Middle Max Trip Time	9	0	50000	[Perioden]
NL Mon UAC Middle min	100000	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Middle min TripTime	50	5	100	[Perioden]
NL Mon UAC Middle max	280000	23000	300000	[mV]
NL Mon UAC Middle max TripTime	50	5	100	[Perioden]
GVDPR - Bezugsgröße bei steigender Spannung	1	0	2	[value]
NL Mon Outer Limits Mode	1	0	1	[list]
NL Mon Middle Limits Mode	0	0	1	[list]
Microgrid Mode	0			[list]
FRT Detection Mode Region 1	2	0	2	[list]
FRT Current Calc Mode Region 1	5	0	5	[list]
FRT Threshold Static Region 1	110000	0	200000	[m%]
FRT Threshold Dynamic Region 1	110000	0	200000	[m%]
FRT k Factor Positive Sequence Region 1	2000	0	10000	[mValue]
FRT k Factor Negative Sequence Region 1	2000	0	10000	[mValue]
FRT Detection Mode Region 2	2	0	2	[list]
FRT Current Calc Mode Region 2	5	0	5	[list]
FRT Threshold Static Region 2	90000	0	200000	[m%]
FRT Threshold Dynamic Region 2	90000	0	200000	[m%]
FRT k Factor Positive Sequence Region 2	2000	0	10000	[mValue]
FRT k Factor Negative Sequence Region 2	2000	0	10000	[mValue]
FRT Detection Mode Region 3	2	0	2	[list]
FRT Current Calc Mode Region 3	2	0	5	[list]
FRT Threshold Static Region 3	0	0	200000	[m%]
FRT Threshold Dynamic Region LV3	0	0	200000	[m%]
FRT k Factor Positive Sequence Region 3	2000	0	10000	[mValue]
FRT k Factor Negative Sequence Region 3	2000	0	10000	[mValue]
NL Mon Mode Leistungsteil	0	0	3	[list]
UAC Reconnect Limit Inner Max	253000	23000	300000	[mV]
UAC Reconnect Limit Inner Min	218500	23000	300000	[mV]
FAC Reconnect Limit Inner Max	50100	45000	65000	[mHz]
FAC Reconnect Limit Inner Min	49900	45000	65000	[mHz]



8 Zusammenfassung der Bewertung

Zusammenfassung der Bewertung		
Prüfanforderungen	Bemerkung	Bewertung
Quasistationärer Betrieb und Pendelungen	–	P
Netzurückwirkungen – Schnelle Spannungsänderungen	–	P
Netzurückwirkungen – Flicker	–	P
Netzurückwirkungen – Oberschwingungen und Zwischenharmonische	–	P
Netzurückwirkungen – Unsymmetrien	–	P
Blindleistungsbereitstellung	–	P
Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung	Bemerkung 1	P (mit Einschränkung)
Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement	Bemerkung 2, 3, 4	P (mit Einschränkung)
Wirkleistungsabgabe in Abhängigkeit der Netzfrequenz	Bemerkung 4	P
Zuschaltbedingungen	Bemerkung 2	P
Dynamische Netzstützung	–	P
Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungseinheit	–	P
Schutz	Bemerkung 5	P (mit Einschränkung)
Simulationsmodelle	–	P
Mögliche Prüfergebnisse Prüfung nicht anwendbar N/A Prüfung erfüllt (positiv) P (Pass) Prüfung nicht erfüllt (negativ) F (Fail)		
Bemerkung 1) <u>Q(P)-Kennlinie</u> Die Q(P)-Kennlinie wurde im Rahmen der Einheitszertifizierung nicht vermessen. Informativ Die Messung der Q(P)-Kennlinie ist nach FGW TR3 Rev 25 Abschnitt 4.2.6 optional. 2) <u>Wirkleistungsgradienten</u> Die gemessenen maximalen Wirkleistungsgradienten liegen geringfügig über dem Grenzwert von 0,66% P_{TE}/s . Um die Einhaltung des Grenzwerts zu gewährleisten, sollten keine Wirkleistungsgradienten über 0,64% P_{TE}/s eingestellt werden. Dies gilt für die folgenden Fälle: <ul style="list-style-type: none"> - das Zuschalten der Wirkleistung beim „Startvorgang“ - das Einstellen von externen Wirkleistungsvorgaben - die Leistungssteigerung nach Fehlerklärung 3) <u>Schnittstellen zur Wirkleistungsvorgabe</u> Es ist nur ein digitaler Sollwertkanal als EZE-Eingang vorhanden. Die Priorisierung der unterschiedlichen Sollwertvorgaben muss bei Bedarf in einer externen Regel- oder Steuereinheit (beispielsweise im EZA-Regler) erfolgen. 4) <u>Priorisierung der Wirkleistungsvorgaben & P(f)-Kennlinie</u> Es ist nur ein digitaler Sollwertkanal als EZE-Eingang vorhanden, daher ist eine Priorisierung der Wirkleistungsvorgaben (VDE-AR-N 4110, Kapitel 8.1) in Kombination mit einem passenden EZA-Regler möglich.		

Anhang zum Einheitszertifikat
gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate
according to the grid code VDE-AR-N 4110



Gemäß [9] soll die $P(f)$ -Funktion in diesem Fall im Wechselrichter deaktiviert werden, während die Priorisierung sowie die $P(f)$ -Funktion im EZA-Regler umgesetzt werden.

5) Schnittstellen für Schutzfunktionsprüfungen

Die WR Fronius Eco haben keine Prüfvorrichtung zur Überprüfung der parametrisierten Schutzfunktionen. Bei Einsatz dieser WR in EZA, die ins Mittelspannungsnetz einspeisen, ist daher ein „externer“ bzw. „zwischenlagert“ Entkopplungsschutz der EZE (NA-Schutz) mit entsprechender Prüfklemmleiste vorzusehen.

E. Bay

Emre Bayram

Offenbach, 2024-11-25, VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH



SOLAR PLAZA

Solarsystemen und Wärmepumpen