



Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Unit Certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110

Hersteller / Manufacturer

Fronius International GmbH

Adresse / Address

Günter Fronius Straße 1; 4600 Thalheim bei Wels, Austria

Typ Erzeugungseinheit

PV-Wechselrichter (Typ 2)

Type of generating Unit

PV-Inverter (Type 2)

Bemessungswerte

Rated values

Fronius Verto	25.0	27.0	30.0	33.3
Bemessungswirkleistung Rated active power	25 kW	27 kW	29,99 kW	33,3 kW
Bemessungsscheinleistung Rated apparent power	25 kVA	27 kVA	29,99 kVA	33,3 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)	FroniusInverter.zip df66ada3971b2af7a8df42b500244333
---	---

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. 26

Evaluierungsbericht / Evaluation Report

[5] 328834-RE-1

[6] 328834-RE-2

ID-Nummer / ID-number

40059987

Befristet zum / Valid until

2030-04-10

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 2-54) mit weiteren Informationen zu den PV-Wechselrichtern Fronius Verto.

The certificate includes an appendix (page 2-54) with further information concerning the PV inverters Fronius Verto.

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

2025-04-11 T. Stenger

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 Einheitenzertifikat

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 / <i>Guidelines, Test Reports and Documents</i>	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.....	28
6.3	Teil 3: Schutzsystem	31
6.4	Teil 4: Prüfumgebung	37
7	Zertifizierungsrelevante Parameter – DEM2 - MS ext. NA-Schutz.....	38
8	Zusammenfassung der Bewertung.....	53

Anhang zum Einheitenzertifikat
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
-	2025-04-11	Ersterstellung / first edition

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. 26: 2022-04-05 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>

Referenz / Reference	Prüf- und Evaluierungsbereiche / Test and evaluation reports
[5]	328834-RE-1: 2025-04-11 VDE-Evaluierungsbericht / VDE evaluation report
[6]	328834-RE-2: 2025-04-11 VDE-Evaluierungsbericht (Simulationsmodell) / VDE evaluation report (simulation model)
[7]	SGP-25369-1-R0 vom 2025-03-31 Prüfbericht / test report AIT (FRONIUS Verto 33.3)

Referenz / Reference	Herstellerdokumente (Auswahl) / Manufacturer documents (selection)
[8]	Herstellererklärung mit Beschreibung der Technik der Fronius Verto WR vom 2024-12-17

Anhang zum Einheitenzertifikat

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 Verto-Familie umfasst insgesamt 4 unterschiedlichen Hardwarevarianten: den Fronius Verto 25.0, Verto 27.0, Verto 30.0 und Verto 33.3.

Die Kennziffer im Typennamen beschreibt die realisierte Bemessungsschein- bzw. -wirkleistung. Die unterschiedlichen Verto-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			
Typenbezeichnung	Verto			
	25.0	27.0	30.0	33.3
Schutzart	IP 66			
Schutzklasse	1			
Überspannungskategorie (AC/DC)	2 / 3			
Kühlung	Aktive Kühlung (geregelte Zwangsbelüftung)			
Umgebungstemperatur	-25°C ... +60°C			
Abmessungen (H x B x T)	866 mm x 574 mm x 278 mm			
Gewicht	ca. 40 kg			
Nachtverbrauch	<10 W			
AC Ausgangsgrößen				
Einspeisung	dreiphasig			
Bemessungsscheinleistung	25 kW	27 kW	29,99 kW	33,3 kW
Bemessungswirkleistung	25 kVA	27 kVA	29,99 kVA	33,3 kVA
AC - Bemessungsspannung	220 V (380 V) / 230 V (400 V)			
AC – Bemessungsstrom				
220 V (380 V)	37,9 A	40,9 A	45,5 A	50,5 A
230 V (400 V)	36,2 A	39,1 A	43,5 A	48,3 A
AC – max. Strom	53,7 A			
Verschiebungsfaktor cos φ	0-1 induktiv wie kapazitiv			
AC-Nennfrequenz (f _{min} – f _{max})	50 / 60 Hz (45 Hz ... 65 Hz)			
DC Eingangsgrößen				
Nutzbarer MPP-Spannungsbereich	150-870 V			
Min. PV-Eingangsspannung	150 V			
Max. PV-Eingangsspannung	1000 V			
Anzahl MPP Eingänge	4			
Anzahl der DC Eingänge	2 / 2 / 2 / 2			
Max. PV-Leistung (pro Wechselrichter)	50 kWp			
Max. DC-Eingangsstrom je MPP-Eingang	28 A			
Max. DC-Eingangsstrom (gesamt)	85 A			
Wechselrichter Leistungsteil				
Taktfrequenz [kHz]	40 kHz			
Art der Leistungsregelung	MPP - Tracking			
Halbleiterbauelemente	IGBT			
Bauart	3 Punkt Brücke			

Tabelle 1 – Allgemeine Informationen und technische Daten

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 Softwareversion entspricht einem „Bundle“ einzelner relevanter Softwarestände der Wechselrichter. Bei Änderung eines zugehörigen Softwarestandes wird die Nummerierung des Firmware-Bundles hochgezählt.

Software	Beschreibung	Version
Bundle-Version	(Zusammenstellung der Softwarestände)	1.36.3-1 (1.33.7-1)
Bemerkung - In Klammern angegeben ist älterer SW-Stand. Mit diesem älteren SW-Stand wurden die Messungen durchgeführt. Der Hersteller hat bestätigt, dass die aktuellen SW-Stände keinen Einfluss auf die zertifizierungsrelevanten elektrischen Eigenschaften haben.		

Tabelle 2 – Software-Version der Fronius Verto WR

Zu dem Bundle gehören die folgenden relevanten Softwareplattformen COYOTE, KRONOS, ZEUS:

- COYOTE ist verantwortlich für die Systemkonfiguration, Systemprotokollierung und das System-Bootloading. Diese Plattform enthält die Systemhauptzustandsmaschine, die den WR startet und stoppt. COYOTE ist über CAN-Bus mit KRONOS und ZEUS verbunden
- KRONOS verwaltet die Steuerungs- und Sicherheitsaufgaben, wie z.B. Netzüberwachung, Gleichstromspeisung und Relais-Handling. Es werden Mikrocontroller STM32F765NGH7 mit einem CORTEX M7-Kern verwendet.
- ZEUS ist für die Isolations- und Netzüberwachung sowie der Sicherheitsüberwachung der Steuereinheit zuständig. Es werden Mikrocontroller STM32F765NGH7 mit einem CORTEX M7-Kern verwendet.

3.4 Schnittstellen

Schnittstelle	Fronius Verto
WLAN / 2x Ethernet LAN	• Fronius Solar.Web, • ModbusTCP Sunspec • Fronius solar APi (JSON)
6 digitale Eingänge, / 6 digitale Ein-/ Ausgänge	Anbindung an Rundsteuerempfänger, Energiemanagement
Datalogger und Webserver	Integriert
Wired Shutdown (WSD)	Notschalter
USB (Typ-A Buchse)	1A @5V max (nur zur Stromversorgung)
2 x RS 485	Modbus RTU SunSpec

Tabelle 3 – Schnittstellen der Fronius Verto WR

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



4 Simulationsmodell

Angaben zum Simulationsmodell	
Softwareumgebung / Hersteller	MathWorks – MATLAB – Simulink – SimPowerSystems
Software-Version der Softwareumgebung	MATLAB Version 24.2 (R2024b) oder höher Simulink Version 24.2 (R2024b) oder höher Simscape Electrical Version 24.2 (R2024b) oder höher
Dateinamen	Das Modell besteht aus den folgenden Dateien: - mex (Ordner: mexfiles) - FroniusInverter_Doc - FroniusInverter_Lib.slx - FroniusInverter_PGS.slx - FroniusInverter_PGU.slx - Image (Ordner: Bilddateien)
Checksumme (MD5)	FroniusInverter.zip df66ada3971b2af7a8df42b500244333
Modelltyp	☒ EMT-Modell ☐ RMS-Modell
Schrittweite	0,025 ms
Fehlerfälle	Symmetrische / Unsymmetrische Fehler
Wählbare Wirkleistungsregelmodi	- Wirkleistung nach Sollwertvorgabe - Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz
Wählbare Blindleistungsregelmodi	- Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ (fest) - Blindleistung Q_{ac} (fest, relativ) - Blindleistung Q_{ab} (fest, absolut) - Kennlinie $\cos \varphi (P)$ - Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$ - Kennlinie $Q(P)$ - Kennlinie $\tan \varphi (U)$ - Keine Blindleistungseinspeisung
Bemerkung - Das Simulationsmodell ist gleichermaßen für Fronius Verto 25.0, Verto 27.0, Verto 30.0 und Verto 33.3 gültig. Da der Fronius Verto 33.3 nach FGW - TR 3 Rev. 26 vermessen wurde, wurde das Modell mit der Parametrierung für diesen Wechselrichtertyp validiert.	

Tabelle 4 – Allgemeines zum Simulationsmodell



5 Charakteristische Betriebseigenschaften

5.1 Bezugsgrößen und Übertragbarkeit

Es gelten für die folgenden Ausführungen die folgenden Bezugsgrößen:

Bezugsgrößen				
Typ	Fronius Verto			
	25.0	27.0	30.0	33.3
Bemessungsscheinleistung S_{rE}	25 kVA	27 kVA	29,99 kVA	33,3 kVA
Bemessungswirkleistung P_{rE}	25 kW	27 kW	29,99 kW	33,3 kW
Bemessungsspannung U_r	230 V (400 V)			
Bemessungsstrom I_r	36,2 A	39,1 A	43,5 A	48,3 A

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

Die am Fronius Fronius Verto 33.3 ermittelten Messwerte aus [7] sind direkt übertragbar auf die nicht gemessenen Wechselrichter Fronius Verto 25.0, Verto 27.0 und Verto 30.0 übertragbar. Die Übertragung kann direkt oder mit einem Skalierungsfaktor erfolgen. Die Übertragbarkeit auf die nicht gemessenen EZE der Familie wird in Kapitel 3.12 des VDE-Evaluierungsbericht [5] beurteilt.



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:

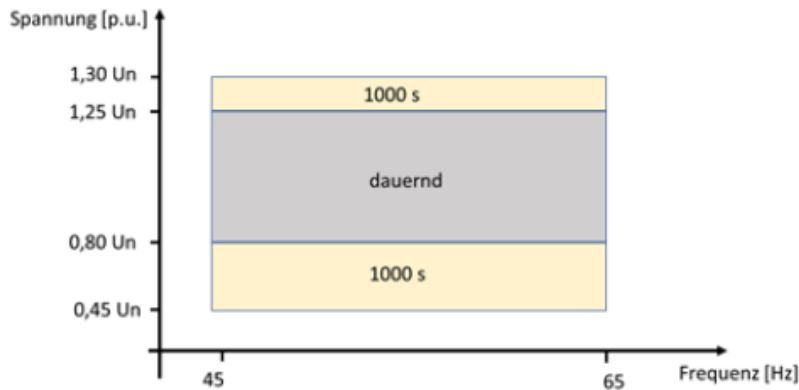


Abbildung 1 – Quasistationärer Betriebsbereich der WR Fronius Verto [8]

Im Rahmen der Einheitenzertifizierung wurde das richtlinienkonforme Vermögen des Fronius Verto 33.3 durch die Messungen bei 7 verschiedenen Arbeitspunkten bestätigt (siehe [7])

Die am Fronius Verto 33.3 ermittelten Messwerte aus [7] sind direkt übertragbar auf die nicht getesteten Wechselrichter Fronius Verto 25.0, Verto 27.0 und Verto 30.0.

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.

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



5.3 Netzurückwirkungen

Siehe dazu Kapitel 6.1



5.4 Blindleistungsbereitstellung

In Abbildung 2 ist das P/Q -Diagramm der Wechselrichter Fronius Verto gemäß Herstellererklärung [8] dargestellt.

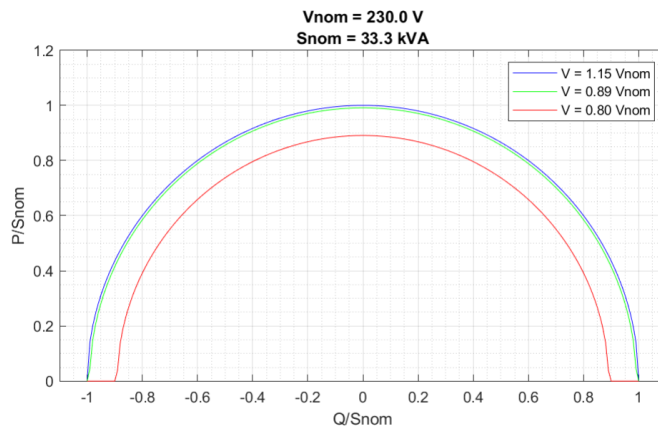


Abbildung 2 – P/Q -Diagramm gemäß [8]

- S_{nom} ist als Bemessungsleistung des Wechselrichters zu interpretieren, siehe Tabelle 5
- 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

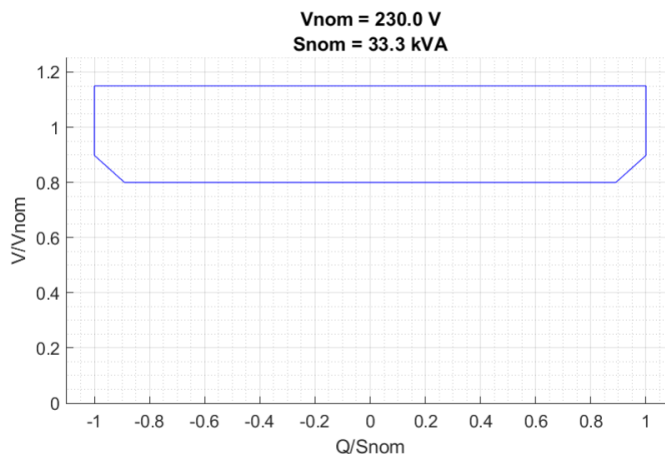


Abbildung 3 – Spannungsabhängigkeit des Blindleistungsvermögens gemäß [8]

- S_{nom} ist als Bemessungsleistung des Wechselrichters zu interpretieren, siehe Tabelle 5
- V_{nom} ist als AC-Klemmen-Bemessungsspannung des Wechselrichters zu interpretieren

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

Die gemessenen Abweichungen $\Delta Q / P_{RE}$ sowie Einstellzeiten am Fronius Verto 33.3 aus [7] sind unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bemessungsleistung P_{RE} auf die nicht getesteten Wechselrichter übertragbar.



5.5 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung

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

- 1) OFF "(d.h. $\cos \varphi = 1$)
- 2) Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ (fest)
- 3) Blindleistung $Q_{\text{rel}} = \text{konstant}$ (vorgebbar induktiv wie kapazitiv als relative Größe, bezogen auf die Bemessungscheinleistung)
- 4) Blindleistung $Q_{\text{abs}} = \text{konstant}$ (vorgebbar 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 sind im Rahmen der Vermessung geprüft worden.

Weitere Informationen siehe Kapitel 6.2.



5.6 Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement

Der Wirkleistungsgradient lässt sich an den Fronius Wechselrichtern Verto 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 Verto 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 Verto 33.3 in [7] liegt bei ca. 1,5 % der Bemessungsleistung P_{FE} .

Dies ist auf die nicht getesteten Wechselrichter der Fronius Verto Familie übertragbar.

Den Wechselrichtern Fronius Verto 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 Verto zeigen eine Abhängigkeit der max. abgebbaren Wirkleistung von der Umgebungstemperatur:

Temperatur	Fronius Verto 33.3			
	400 V _{DC}	600 V _{DC}	800 V _{DC}	870 V _{DC}
Bis 45 °C	33,3kW			
45 °C	31,9 kW	32,8 kW	33,3 kW	32,7 kW
50 °C	28,0 kW	29,6 kW	30,1 kW	29,5 kW
55 °C	23,2 kW	25,0 kW	26,8 kW	26,3 kW
60 °C	18,3 kW	19,3 kW	21,4 kW	21,0 kW

Tabelle 6 – Ausgangsleistung abhängig von Umgebungstemperatur

Für die anderen WR der Fronius Verto Familie liegen herstellerseitig noch keine Aussagen zur Temperaturabhängigkeit vor.



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 [8] 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.



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 Verto 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 Verto 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.



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 Verto verfügen mit der Umrichter- Regelung ROX 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.

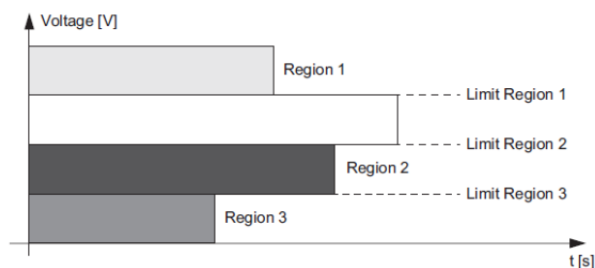


Abbildung 4 – Zuordnung der VFRT-Regionen (aus Herstellerangabe)

- 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 Einheitenzertifikat

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 Verto zur dynamischen Netzstützung wurde in [7] durch die nach FGW - TR 3 [4] Abschnitt 4.6.3 vorgeschriebenen Tests erfolgreich durchgeführt.

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



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}	53,7 A ^{1), 2)}
Effektivwert des Quellenstroms bei zweipoligen Fehler $I_{(1)sk2PF}$	53,7 A ^{1), 2)}
Effektivwert des Quellenstroms bei einpoligen Fehler $I_{(1)sk1PF}$	53,7 A ^{1), 2)}
Kurzschlussgegenimpedanz (Herstellerangabe) nur für ganzzahlige k -Faktoren $Z_{(2)PF}$	4,804 Ω ³⁾
Bemerkung 1) Bei Kurzschluss direkt an den AC-Klemmen des Wechselrichters. Angegeben ist hier der max. AC-Strom der Wechselrichter. 2) Nach Herstellerangabe beträgt die Überlastkapazität des Wechselrichters im Dauerbetrieb 53,7 A. Dieser Wert wird als I_{skPF} für die Berechnung der Kurzschlusswechselströme gemäß DIN EN 60909-0 festgelegt 3) Nach DIN EN 60909-0 ist die Mitsystemimpedanz als unendlich anzusetzen. Die Gegensystemimpedanz berechnet sich aus $Z(2) = X(2) = 0,5 \cdot \frac{U_r^2}{PrE}$	

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



5.11 Schutz

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

- Langsamer Spannungsrückgangsschutz U<
- Schneller Spannungsrückgangsschutz U<<
- Spannungssteigerungsschutz U>>
- Frequenzrückgangsschutz f<
- Frequenzsteigerungsschutz 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 Verto [8]

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 Verto. 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 Verto 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



3.1.1 B.1) Netzverträglichkeit

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 1: Netzverträglichkeit / Part 1: Power Quality	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der VERTO 33.3“	
„Determination of the electrical properties of the VERTO 33.3“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-25369_1_A2_R2	Seite/Page 1/5
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 26, 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/ 33.3kW
	Rated power P_n : 33.3 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-25369_1_A2_R2	Messzeitraum/ Period of measurement: 10.10.2025 – 06.12.2025

Nennwerten / Rated data:

Nennscheinleistung S_n	33.3 kVA	Nennstrom I_n	48.3 A
Rated apparent power S_n		Rated current I_n	
Nennfrequenz f_n	50 Hz	Nennspannung U_n (P-P)	400 V
rated frequency f_n		rated Voltage U_n	

Schalthandlungen / Switching operations:

Schalthandlungen / Switching operations		Einschalten bei <10% P_n / Start-up at <10% P_n			
Max Anz. Schalthandlungen / Max. no. of switching operations N_{10}		20			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N_{120}		240			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle		30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor $k_f(\psi_k)$		0.05	0.04	0.03	0.03
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_v(\psi_k)$		0.08	0.05	0.03	0.00

Schalthandlungen / Switching operations		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

Schalthandlungen / Switching operations		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 $k_f(\psi_k)$		0.14	0.10	0.06	0.05
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_v(\psi_k)$		0.79	0.60	0.33	0.10

Schalthandlungen / Switching operations		Seviceabschaltung bei Nennleistung /Cut off at rated 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 $k_f(\psi_k)$		0.80	0.58	0.34	0.23
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_v(\psi_k)$		0.79	0.60	0.33	0.10

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

Wirkleistungsspitzen / Power peaks:

Wirkleistungsspitzen in kW		Normierte Wirkleistungsspitzen in p.u.		Anzahl 10-Minuten Datensätze
$p_{900} = P_{900}/P_n$	-33.79	$p_{900} = P_{900}/P_n$	-1.015	2
$p_{60} = P_{60}/P_n$	-33.79	$p_{60} = P_{60}/P_n$	-1.015	2
$p_{0.2} = P_{0.2}/P_n$	-33.79	$p_{0.2} = P_{0.2}/P_n$	-1.015	2

Unsymmetrie

P_n	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	Max
u_i [%]	-	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	-	0.4

Flicker:

	30°	50°	70°	85°	Max
Flickerbeiwert / Flicker coefficient, $c(\psi_k, P_{bin})$	Flickerkoeffizient / Flicker coefficient, $c(\psi_k, v_s)$				
P_{bin} in %					
Max	1.60	1.16	0.67	0.45	1.6
100	1.52	1.11	0.65	0.46	1.52
90	1.56	1.14	0.64	0.42	1.56
80	2.15	1.65	1.10	0.87	2.15
70	1.58	1.17	0.69	0.44	1.58
60	1.49	1.10	0.64	0.40	1.49
50	1.55	1.15	0.67	0.40	1.55
40	1.79	1.35	0.83	0.56	1.79
30	1.59	1.21	0.73	0.53	1.59
20	1.69	1.31	0.81	0.48	1.69
10	1.58	1.23	0.77	0.49	1.58
0	1.60	1.16	0.67	0.45	1.6

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 3.1/5

Oberschwingungsmessungen / Harmonics

P _{bin} (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
Nr./Order	h ₁ (%)	h ₂ (%)	h ₃ (%)	h ₄ (%)	h ₅ (%)	h ₆ (%)	h ₇ (%)	h ₈ (%)	h ₉ (%)	h ₁₀ (%)	h ₁₁ (%)	h ₁₂ (%)
2	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0,04	0,05	0,05
3	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
4	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
5	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7	0,03	0,07	0,10	0,08	0,06	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10
8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
9	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
11	0,07	0,15	0,40	0,57	0,54	0,44	0,34	0,28	0,26	0,25	0,25	0,57
12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
13	0,04	0,14	0,29	0,45	0,52	0,44	0,35	0,30	0,28	0,28	0,27	0,52
14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
15	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06	0,06
16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
17	0,33	0,10	0,33	0,38	0,69	0,78	0,76	0,71	0,70	0,74	0,82	0,82
18	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
19	0,50	0,48	0,77	0,36	1,00	1,18	1,39	1,35	1,27	1,20	1,13	1,39
20	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,06
21	0,33	0,29	0,39	0,48	0,46	0,45	0,46	0,47	0,46	0,43	0,41	0,48
22	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
23	0,42	0,17	0,14	0,41	0,35	0,48	0,57	0,53	0,47	0,44	0,44	0,57
24	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
25	0,11	0,13	0,12	0,28	0,17	0,31	0,33	0,33	0,31	0,30	0,29	0,33
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
27	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
29	0,05	0,11	0,08	0,15	0,03	0,16	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,18
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
31	0,02	0,05	0,07	0,10	0,04	0,09	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
33	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
35	0,04	0,01	0,06	0,05	0,02	0,04	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,01	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
39	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
43	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,01	0,03	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
45	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
THC	0,83	0,67	1,08	1,16	1,56	1,72	1,86	1,79	1,69	1,64	1,62	1,86

Anhang zum Einheitszertifikat 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 4.1/5

P _{bin} (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
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 (%)	I _h /I _n (%)
75	0,14	0,07	0,07	0,10	0,06	0,06	0,06	0,20	0,09	0,11	0,06	0,20
125	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03
175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
225	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
275	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
475	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
625	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
775	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06
825	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
875	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
925	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
975	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
1025	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07
1075	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05
1125	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1175	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1225	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
1275	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
1325	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1375	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
1925	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01

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 1: Netzverträglichkeit / Part 1: Power Quality

„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der VERTO 33.3“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the VERTO 33.3“

Auszug Nr./ Extract No : SGP-25369_1_A2_R2

Seite/Page 5.1/5

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 26, FGW

Höhere Frequenzen im Normalbetrieb / Higher Frequencies components

Pbin (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
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 (%)	I _r /I _n (%)
2.1	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,09	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13
2.3	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09
2.5	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
2.7	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
2.9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
3.1	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
3.3	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
3.5	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
3.7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
3.9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
4.1	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
4.3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
4.5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
4.7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4.9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
5.1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5.3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5.5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5.7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5.9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6.1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6.3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6.5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6.7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6.9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7.1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7.3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7.7	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7.9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8.1	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8.3	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
8.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8.7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8.9	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

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 3.2/5

Oberschwingungsmessungen / Harmonics

P _{bin} (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
Nr./Order	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un	Uh/Un
2	0,02	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
3	0,27	0,26	0,32	0,35	0,33	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,31	0,35
4	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03
5	0,04	0,16	0,10	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,16
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
7	0,17	0,18	0,11	0,07	0,06	0,04	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,18
8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
9	0,17	0,10	0,11	0,10	0,10	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,17
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
11	0,04	0,03	0,23	0,31	0,30	0,22	0,14	0,11	0,11	0,11	0,12	0,31
12	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
13	0,04	0,06	0,15	0,23	0,31	0,25	0,18	0,16	0,16	0,16	0,16	0,31
14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
15	0,03	0,03	0,04	0,04	0,08	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08
16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
17	0,24	0,08	0,26	0,23	0,46	0,55	0,53	0,48	0,48	0,50	0,53	0,55
18	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
19	0,44	0,37	0,64	0,26	0,72	0,93	1,06	0,94	0,94	0,87	0,81	1,06
20	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
21	0,30	0,28	0,33	0,38	0,38	0,34	0,34	0,33	0,33	0,30	0,28	0,38
22	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
23	0,37	0,18	0,17	0,33	0,31	0,43	0,49	0,40	0,40	0,37	0,36	0,49
24	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
25	0,11	0,06	0,09	0,25	0,17	0,29	0,32	0,28	0,28	0,27	0,26	0,32
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
27	0,06	0,05	0,08	0,07	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,08
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
29	0,02	0,10	0,07	0,16	0,03	0,17	0,19	0,17	0,17	0,16	0,16	0,19
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
31	0,04	0,08	0,06	0,13	0,02	0,11	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
33	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
35	0,05	0,03	0,08	0,08	0,03	0,06	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
37	0,03	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
38	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
39	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06
40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
41	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,06	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08
42	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
43	0,01	0,03	0,04	0,04	0,05	0,02	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
44	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
45	0,05	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05
46	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
47	0,01	0,03	0,04	0,05	0,04	0,02	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
48	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
49	0,01	0,03	0,04	0,05	0,03	0,02	0,04	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
THC	0,80	0,66	0,94	0,90	1,16	1,35	1,45	1,31	1,31	1,25	1,21	1,454

Anhang zum Einheitszertifikat 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 4.2/5

P _{bin} (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
f 50/60 (Hz)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)	U _h /U _n (%)
75	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
125	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
175	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
225	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
275	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
375	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
425	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
475	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
525	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
625	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
725	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
775	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
825	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
875	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
925	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
975	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1025	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
1075	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
1125	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1175	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
1225	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1275	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
1325	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1375	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
1425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1925	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

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 1: Netzverträglichkeit / Part 1: Power Quality

„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der VERTO 33.3“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the VERTO 33.3“

Auszug Nr./ Extract No : SGP-25369_1_A2_R2

Seite/Page 5.2/5

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 26, FGW

Höhere Frequenzen im Normalbetrieb / Higher Frequencies components

Pbin (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max.
f (kHz)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)	Uh/Un (%)
2.1	0,07	0,09	0,09	0,10	0,11	0,10	0,13	0,16	0,16	0,16	0,18	0,18
2.3	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,08	0,10	0,11	0,11	0,12	0,14	0,14
2.5	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
2.7	0,03	0,03	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
2.9	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
3.1	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
3.3	0,04	0,03	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
3.5	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
3.7	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
3.9	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06
4.1	0,02	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05
4.3	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10
4.5	0,02	0,03	0,01	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05
4.7	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
4.9	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
5.1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
5.3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
5.5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
5.7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
5.9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6.1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6.3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6.5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
6.7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6.9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
7.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
7.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
7.7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8.9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-25369_1_A2_R2 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-25369_1_A2_R2

Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Datum/ Date: 2025-03-31

Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signaturer



This test report comprises 5 pages total. Copyright by the publisher.

No part of this form may be reproduced in any form or by any means without permission of the publisher

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 5 Seiten.

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.

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

3.1.2 B.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 VERTO 33.3“ „Determination of the electrical properties of the VERTO 33.3“ Auszug Nr./ Extract No : SGP-25369_1_A2_R2 „Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 26, FGW Seite/Page 1/3	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/ 33.3kW Rated power P_n : 33.3 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-25369_1_A2_R2	Messzeitraum/ Period of measurement: 10.10.2025–06.12.2025

Nennwerten / Rated data:

Nennscheinleistung S_n Rated apparent power S_n	33.3 kVA	Nennstrom I_n Rated current I_n	48,3 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
$p_{99.9} = P_{99.9}/P_n$	-33.79	$p_{99.9} = P_{99.9}/P_n$	-1.015	2
$p_{99} = P_{99}/P_n$	-33.79	$p_{99} = P_{99}/P_n$	-1.015	2
$p_{97.2} = P_{97.2}/P_n$	-33.79	$p_{97.2} = P_{97.2}/P_n$	-1.015	2

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 40,1 % P_n /Hz
	max. Einschwingzeit / max. Settling time	0,09 s
	Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz / power gradient after recovery of overfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 9.7 % P_n /Hz max. Gradient / max. gradient 9.7% P_n /Hz
Unterfrequenz / underfrequency	Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzunterschreitung / Mean power gradient at underfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 40,2 % P_n /Hz
	max. Einschwingzeit / max. settling time	< 0,36 s
	Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz / power gradient after recovery of overfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 9.7 % P_n /Hz max. Gradient / max. gradient 9.7 % P_n /Hz

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 VERTO 33.3“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the VERTO 33.3“

Auszug Nr./ Extract No.: SGP-25369_1_A2_R2

Seite/Page 2/3

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 26, FGW

Leistungsbegrenzter Betrieb durch den Netzbetreiber / Operating power limited by grid operator

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 0,4995 kW	Unterschreitung / undercut -kW
Trennung vom Netz bei Wirkleistungssollwertvorgabe von: Disconnection from the grid at external active power setpoints at:	- % P _n	
Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit minimalen Gradienten / response time of the power output after a change in setpoint with minimum gradient	90 % P _n - > 10 % P _n	Zeit / time: 119.4 s
	10 % P _n - > 90 % P _n	Zeit / time: 119.4 s
Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten / response time of the power output after a change in setpoint with maximum gradient	70 % P _n - > 50 % P _n	Zeit / time: 60.6 s
	50 % P _n - > 70 % P _n	Zeit / time: 60.6 s

Bereitstellung von Primärregelleistung / Provision of primary control power

Die EZE kann Primärregelleistung bereitstellen. / The unit is able to provide primary control power.	Ja / Yes	Nein / No
Max.-Aktivierungszeit / max. activation time	-s	
Max. Zeitraum bis zur vollständigen Aktivierung / Max. duration until complete activation	-s	
Die EZE kann von der Bereitstellung von Primärregelleistung zum Betrieb bei Überfrequenz übergehen. / The unit is able to change its mode from FSM to LFSMO.	Ja / Yes	Nein / No
Die EZE kann von der Bereitstellung von Primärregelleistung zum Betrieb bei Unterfrequenz übergehen. / The unit is able to change its mode from FSM to LFSMU.	Ja / Yes	Nein / No

Wirkleistungsgradient nach Spannungslosigkeit / Act. power gradient following disconnect. from grid

Gradient der Wirkleistung nach Spannungslosigkeit / power gradient after disconnection	mittl. / mean gradient	0,33 % P _r /s
	max. gradient	0,33 % P _r /s

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

„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der VERTO 33.3“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the VERTO 33.3“

Auszug Nr./ Extract No.: SGP-25369_1_A2_R2

Seite/Page 3/3

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 26, FGW

Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb / Control of reactive power in normal operation mode

P/P _n in %	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Q ₀ in kvar	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2

Maximaler Blindleistungsstellbereich / maximum reactive power range

P/P _n in %	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Q _{ind} in kvar	33,9	33,8	33,3	32,4	31,2	29,5	27,4	24,5	20,8	15,5	0,2
Q _{kap/cap} in kvar	-33,8	-33,6	-33,1	-32,2	-31	-29,3	-27,1	-24,3	-20,5	-15,2	0,2

Arbeitspunkte des spannungsabhängigen P-Q-Diagramms / working points of the voltage dependent P-Q-diagram

Arbeitspunkt / Working point AP	AP 1, ind	AP 2, ind	AP 1, kap/cap	AP 2, kap/cap
U _n in V	376,6	380,0	377,3	379,7
P _n in kW	-16,6	-33,8	-16,8	-33,8
Q in kvar	29,6	0,2	-29,3	0,2
Arbeitspunkt / Working point AP	AP 1, ind	AP 2, ind	AP 1, kap/cap	AP 2, kap/cap
U _n in V	417,0	420,1	417,7	420,1
P _n in kW	-16,6	-33,8	-16,8	-33,8
Q in kvar	29,5	0,2	-29,3	0,2

Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe / Control of reactive power through set point signal

Regelungsart / kind of control	☐ Verschiebungsfaktor / power factor	☒ Blindleistung / reactive power
Einschwingzeit / response time	P _{bin} bei / at Q _{max}	xx %
	Parameter	längste Einschwingzeit / longest settling time
	t < 6 s	6,1 s
	Standardzeit / standard time	0,1 s
Einstellgenauigkeit / accuracy	t < 60 s	60,4 s
	Sollwert / set point	Istwert / measured value
	16,65 kvar / 50%	17,05 kvar / 51,2%
	0 kvar / 100 %	0,1 kvar / 0,0%
	-16,65 kvar / 50%	-16,82 kvar / 50,5%

Anmerkung / remark:

Soweit Q(U) und Q(P)-Regelung sowie Q mit Spannungsbegrenzungsfunktion geprüft wurden, sind diese im Prüfbericht hinterlegt.
If Q(U) and Q(P) control as well as Q with voltage limitation function were tested, please see test report.

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-25369_1_A2_R2 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-25369_1_A2_R2

Gemessen durch: Roland Bründlinger; Joachim Schulz

measured by: Roland Bründlinger; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer: Roland Bründlinger; Joachim Schulz

Datum/ Date: 2025-03-31

Konformitätsstempel/stamp of conformity



Unterschrift/Signature Unterschrift/Signature

This test report comprises 3 pages total. Copyright by the publisher.

No part of this form may be reproduced in any form or by any means without permission of the publisher

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 3 Seiten.

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.



6.3 Teil 3: Schutzsystem

3.1.3 B.3) Schutzsystem

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report				
Teil 3: Schutzsystem / Part 3: protection system				
„Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften: Verto 33.3“ „Determination of the electrical properties of the device Verto 33.3“				
Auszug Nr. / Extract No : SGP-25369-1-A2-R2		Seite / Page 1/3		
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev. / Version 26, FGW				
Nennwerten / Rated data:				
Nennscheinleistung S_n Rated apparent power	33.3 kVA	Nennstrom I_n Rated current	48.3A	
Nennfrequenz f_n rated frequency	50.0 Hz	Nennspannung U_n Nominal Voltage	400 V	
Trennung der EZE vom Netz / Disconnection of the generating unit from grid				
Prüfklemmleiste vorhanden, Tests erfolgten an einer Prüfklemmleiste ohne das Ausklemmen von Drähten Protection testing terminals present, tests done at protection testing terminals without disconnection of wires	ja / nein yes / no			
Verdrahtungsüberprüfung erfolgreich Wiring check successful	ja / nein yes / no			
Auswertung der Stern- oder Dreiecksspannungen Evaluation of star or delta voltage	Stern / Dreieck Star / Delta			
Überprüfung der Gesamtwirkungskette führte zu einer erfolgreichen Abschaltung Tests of entire tripping circuit resulted in a successful disconnection	ja / nein yes / no			
Eigenzeit der Abschalteinheit Inherent delay of disconnection device	xx ms			
Überprüfung des Ausfalls der Hilfsenergie führte zu einer unverzügten Abschaltung (optional) Tests on loss of auxiliary power supply resulted in a undelayed disconnection (optional)	ja / nein yes / no			
Prüfergebnisse Rückfallverhältnisse Spannungsschutz / Test results disengaging ratio voltage protection				
	Anforderung Requirement	Erfüllung Fulfillment		
Spannungssteigerungsschutz Overvoltage protection	> 0,98	ja / nein yes / no		
Spannungsrückgangsschutz Undervoltage protection	< 1,02	ja / nein yes / no		
Prüfergebnisse Überspannungsschutz U> / Test results overvoltage protection U>				
	Einstellwerte Settings	Auslösewerte / -zeit in Tripping values / tripping times		
		U1 / U12	U2 / U23	U3 / U31
Min. Schwelle Min. threshold	x,xx U_n	x,xx U_n	x,xx U_n	x,xx U_n
Max. Zeit Max. time	x ms	x ms	x ms	x ms
Max. Schwelle Max. threshold	x,xx U_n	x,xx U_n	x,xx U_n	x,xx U_n
Min. Zeit Min. time	x ms	x ms	x ms	x ms
Typ. Schwelle Typ. threshold	x,xx U_n	x,xx U_n	x,xx U_n	x,xx U_n
Typ. Zeit Typ. time	x ms	x ms	x ms	x ms

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 3: Schutzsystem / Part 3: protection system

„Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften: Verto 33.3“

„Determination of the electrical properties of the device Verto 33.3“

Auszug Nr. / Extract No : SGP-25369-1-A2-R2

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev. / Version 26, FGW

Seite / Page 2/3

Prüfergebnisse Überspannungsschutz U>> / Test results overvoltage protection U>>

	Einstellwerte Settings	Auslösewerte / -zeiten Tripping values / tripping times		
		U1 / U12	U2 / U23	U3 / U31
Min. Schwelle Min. threshold	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n
Max. Zeit Max. time	x-ms	x-ms	x-ms	x-ms
Max. Schwelle Max. threshold	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n
Min. Zeit Min. time	x-ms	x-ms	x-ms	x-ms
Typ. Schwelle Typ. threshold	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n
Typ. Zeit Typ. time	x-ms	x-ms	x-ms	x-ms

Prüfergebnisse Unterspannungsschutz U< / Test results undervoltage protection U<

	Einstellwerte Settings	Auslösewerte / -zeiten Tripping values / tripping times		
		U1 / U12	U2 / U23	U3 / U31
Min. Schwelle Min. threshold	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n
Min. Zeit Min. time	x ms	x ms	x ms	x ms
Max. Schwelle Max. threshold	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n
Max. Zeit Max. time	x-ms	x-ms	x-ms	x-ms
Typ. Schwelle Typ. threshold	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n
Typ. Zeit Typ. time	x ms	x ms	x ms	x ms

Prüfergebnisse Unterspannungsschutz U<< / Test results undervoltage protection U<<

	Einstellwerte Settings	Auslösewerte / -zeiten Tripping values / tripping times		
		U1 / U12	U2 / U23	U3 / U31
Min. Schwelle Min. threshold	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n
Min. Zeit Min. time	x ms	x ms	x ms	x ms
Max. Schwelle Max. threshold	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n
Max. Zeit Max. time	x-ms	x-ms	x-ms	x-ms
Typ. Schwelle Typ. threshold	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n	x,xx-U _n

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 3: Schutzsystem / Part 3: protection system

„Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften: Verto 33.3“

„Determination of the electrical properties of the device Verto 33.3“

Auszug Nr. / Extract No : SGP-25369-1-A2-R2

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev. / Version 26, FGW

Seite / Page 3/3

Prüfergebnisse Überfrequenzschutz f> / Test results overfrequency protection f>

	Einstellwerte Settings	Auslösewerte / zeiten Tripping values / tripping times
Min. Schwelle Min. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Max. Zeit Max. time	x ms	x ms
Max. Schwelle Max. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Min. Zeit Min. time	x ms	x ms
Typ. Schwelle Typ. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Typ. Zeit Typ. time	x ms	x ms

Prüfergebnisse Unterfrequenzschutz f< / Test results underfrequency protection f<

	Einstellwerte Settings	Auslösewerte / zeiten Tripping values / tripping times
Min. Schwelle Min. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Min. Zeit Min. time	x ms	x ms
Max. Schwelle Max. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Max. Zeit Max. time	x ms	x ms
Typ. Schwelle Typ. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Typ. Zeit Typ. time	x ms	x ms

Prüfergebnisse Überfrequenzschutz f>> / Test results overfrequency protection f>>

	Einstellwerte Settings	Auslösewerte / zeiten Tripping values / tripping times
Min. Schwelle Min. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Max. Zeit Max. time	x ms	x ms
Max. Schwelle Max. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Min. Zeit Min. time	x ms	x ms
Typ. Schwelle Typ. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Typ. Zeit Typ. time	x ms	x ms

Prüfergebnisse Unterfrequenzschutz f<< / Test results underfrequency protection f<<

	Einstellwerte Settings	Auslösewerte / zeiten Tripping values / tripping times
Min. Schwelle Min. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Min. Zeit Min. time	x ms	x ms
Max. Schwelle Max. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Max. Zeit Max. time	x ms	x ms
Typ. Schwelle Typ. threshold	x,xx Hz	x,xx Hz
Typ. Zeit Typ. time	x ms	x ms

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-25369_1_A2_R2 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-25369_1_A2_R2

Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Datum/ Date: 2025-03-31

Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature



This test report comprises 3 pages total. Copyright by the publisher.

No part of this form may be reproduced in any form or by any means without permission of the publisher

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 3 Seiten.

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.

Anhang zum Einheitenzertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



3.1.4 B.4) Zuschaltbedingungen

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 4: Zuschaltbedingungen / Part 4: cut-in conditions	
„Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften: Verto 33.3“	
„Determination of the electrical properties of the device Verto 33.3“	
Auszug Nr. / Extract No : SGP-25369-1-A2-R2	
Seite / Page 1/2	
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev. / Version 26, 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 / 33.3 kW Rated power P _n : 100%
Prüfbericht / test report: SGP-25369-1-A2-R2	Messzeitraum/ Period of measurement: 10.10.2025 – 06.12.2025

Nenndaten / Rated data:

Nennscheinleistung S _n Rated apparent power	33.3 kVA	Nennstrom I _n Rated current	48.3 A
Nennfrequenz f _n rated frequency	50.0 Hz	Nennspannung U _n Nominal Voltage	400 V

Prüfergebnisse Zuschaltung ohne vorherige Schutzauslösung (nach VDE-AR-N 4110) Test results cut-in conditions without prior protection tripping (acc. to VDE-AR-N 4110)

Unterspannungsprüfung Undervoltage test		Überspannungsprüfung Overvoltage test		Unterfrequenzprüfung Underfrequency test		Überfrequenzprüfung Overfrequency test	
Änderungsstufe n Steps	Zuschaltun g Connectio n ja / nein yes / no	Änderungsstufe n Steps	Zuschaltun g Connectio n ja / nein yes / no	Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung Connectio n ja / nein yes / no	Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung Connectio n ja / nein yes / no
87 % Un	nein/no	113 % Un	nein/no	47,3 Hz	nein/no	50,4 Hz	nein/no
88 % Un	nein/no	112 % Un	nein/no	47,4 Hz	nein/no	50,3 Hz	nein/no
89 % Un	nein/no	111 % Un	nein/no	47,5 Hz	nein/no	50,2 Hz	nein/no
90 % Un	nein/no	110 % Un	nein/no	47,6 Hz	nein/no	50,1 Hz	Ja/yes
91 % Un	Ja/yes	109 % Un	Ja/yes	47,7 Hz	Ja/yes	50,0 Hz	-
92 % Un	-	108 % Un	-				
93 % Un	-	107 % Un	-				

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



Prüfergebnisse Zuschaltung ohne vorherige Schutzauslösung (nach VDE-AR-N 4120) Test results cut-in conditions without prior protection tripping (acc. to VDE-AR-N 4120)

Unterspannungsprüfung Undervoltage test		Überspannungsprüfung Overvoltage test		Unterfrequenzprüfung Underfrequency test		Überfrequenzprüfung Overfrequency test	
Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung g Connection ja / nein yes / no	Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung g Connection ja / nein yes / no	Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung Connection ja / nein yes / no	Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung Connection ja / nein yes / no
87 % Un		113 % Un		47,3 Hz		51,2 Hz	
88 % Un		112 % Un		47,4 Hz		51,1 Hz	
89 % Un		111 % Un		47,5 Hz		51,0 Hz	
90 % Un		110 % Un		47,6 Hz		50,9 Hz	
91 % Un		109 % Un		47,7 Hz		50,8 Hz	
92 % Un		108 % Un					
93 % Un		107 % Un					

Prüfergebnisse Zuschaltung ohne vorherige Schutzauslösung (nach VDE-AR-N 4130) Test results cut-in conditions without prior protection tripping (acc. to VDE-AR-N 4130)

Unterspannungsprüfung Undervoltage test		Überspannungsprüfung Overvoltage test		Unterfrequenzprüfung Underfrequency test		Überfrequenzprüfung Overfrequency test	
Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung g Connection ja / nein yes / no	Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung g Connection ja / nein yes / no	Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung Connection ja / nein yes / no	Änderungsstufe n Steps	Zuschaltung Connection ja / nein yes / no
82 % Un		113 % Un		47,3 Hz		51,2 Hz	
83 % Un		112 % Un		47,4 Hz		51,1 Hz	
84 % Un		111 % Un		47,5 Hz		51,0 Hz	
85 % Un		110 % Un		47,6 Hz		50,9 Hz	
86 % Un		109 % Un		47,7 Hz		50,8 Hz	
87 % Un		108 % Un					
88 % Un		107 % Un					

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 4: Zuschaltbedingungen / Part 4: cut-in conditions

„Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften: Verto 33.3“

„Determination of the electrical properties of the device Verto 33.3“

Auszug Nr. / Extract No : SGP-25369-1-A2-R2

„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev. / Version 26, FGW

Seite / Page 2/2

Prüfergebnisse Zuschaltung nach vorheriger Schutzauslösung (nach VDE-AR-N 4110, 4120, 4130)

Test results cut-in conditions after protection tripping (acc. to VDE-AR-N 4110, 4120, 4130)

Unterspannungsprüfung Undervoltage test		Unterfrequenzprüfung Underfrequency test		Überfrequenzprüfung Overfrequency test	
Änderungsstufen Steps	Zuschaltung Connection ja / nein yes / no	Änderungsstufen Steps	Zuschaltung Connection ja / nein yes / no	Änderungsstufen Steps	Zuschaltung Connection ja / nein yes / no
92,5 % Un	Nein/no	49,85 Hz	Nein/no	50,15 Hz	Nein/no
93,5 % Un	Nein/no	49,87 Hz	Nein/no	50,13 Hz	Nein/no
94,5 % Un	Nein/no	49,89 Hz	Nein/no	50,11 Hz	Nein/no
95,5 % Un	Ja/yes	49,91 Hz	Ja/yes	50,09 Hz	Ja/yes
		49,93 Hz	-	50,07 Hz	-

Unterspannung Undervoltage test				
Stufe Step	Änderungsstufen Steps	Haltezeit holding time II		Zuschaltung Connection ja / nein yes / no
1	93 % Un	t1	≥ 30 s	Nein/no
2	96 % Un	t2-t1	≥ 60 s	Nein/no
3	93 % Un	t3-t2	≥ 30 s	Nein/no
4	96 % Un	t4-t3	≥ 5 min	Ja/yes

Wiederzuschaltung ist innerhalb des zulässigen Spannungs- und Frequenzbereiches ohne Freigabesignal nicht möglich (nach VDE-AR-N 4120 und 4130)

Reconnection is not possible within the permissible voltage and frequency range without an enable signal
(acc. to VDE-AR-N 4120 und 4130)

ja / nein
yes / no

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-25369_1_A2_R2 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-25369_1_A2_R2

Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Datum/ Date: 2025-03-31

Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature



This test report comprises 2 pages total. Copyright by the publisher.

No part of this form may be reproduced in any form or by any means without permission of the publisher

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 2 Seiten.

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.

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: Prüfungsumgebung

3.1.5 B.5) Prüfungsumgebung

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report Teil 4: Prüfungsumgebung / Part 4: Test conditions „Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften der VERTO 33.3“ „Determination of the electrical properties of the VERTO 33.3“ Auszug Nr./ Extract No : SGP-25369-1-A2-R2 „Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 26, 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/ 33.3kW Rated power P _n : 33.3 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-25369-1-A2-R2	Messzeitraum/ Period of measurement: 10.10.2025–06.12.2025

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	0,2 MVA / psik 84°

Angaben Mittelspannungsnetz (falls zutreffend) / data medium-voltage system (if applicable)

Kurzschlussleistung / Short Circuit Power	N/A
Netzimpedanzwinkel / Network impedance phase angle	N/A°
Vereinbarte Versorgungsspannung Agreed service voltage U _c	400V

Transformatordaten (falls vorhanden) / transformer data (if existing):

Nennleistung des Transformators / Nominal power of transformer	N/A
Rel. Kurzschlussspannung des Transformators / rel. short-circuit voltage of transformer u _k	N/A
Stufung des Transformators Tap position of transformer	N/A

Zusätzliche Anpassimpedanz / Additional Impedance D

Mittelspannungsseitig / medium-voltage side	N/A
Niederspannungsseitig / low-voltage side	R 84mΩ / X 800mΩ

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-25369_1_A2_R2 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-25369_1_A2_R2

Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Datum/ Date: 2025-03-31

Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature



This test report comprises 1 pages total. Copyright by the publisher.

No part of this form may be reproduced in any form or by any means without permission of the publisher

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht enthält 1 Seiten.

Vordruck urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Zustimmung der Herausgeber.

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



7 Zertifizierungsrelevante Parameter – DEM2 - MS ext. NA-Schutz



Verto4110
Mon Jan 03 2000 01:04:08 GMT+0100

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1, 4600 Wels
fronius.com

System Information

Versions

Device name	Verto 33.3
Hardware ID	pilot-0.6e-2022276576060468422
WebUI	1.30.1-4
User Agent	Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64; rv:136.0) Gecko/20100101 Firefox/136.0
Softwareversion	ROW 1.36.3-1

Software Revisions

Ares1	1.14.1-8550
Ares2	1.14.1-8550
GEN24	1.36.3-1
Kronos	1.4.1-28591
KronosV3	3.4.2-28969
Rhea	2.18.2-4
V30RW	0.0.0-0
V30RW-pilot	1.30.1-4
Zeus	3.3.2-20659
imx6sx-pilot	1.30.1-4

Hardware Revisions

3P30ACPS-34431000992950045	34431000992950045 4,071,732 0.5B_ 3P30ACPS R
3P30DCPS-34431000993320009	34431000993320009 4,071,733 0.4B_ 3P30DCPS R
PILOT-35051005390320347	35051005390320347 4,071,452 0.6E_B PILOT R
ROX-L-34461001106890076	34461001106890076 4,071,779 0.2B_D ROX-L R
SAPSI-34431000992610065	34431000992610065 4,071,743 0.2B_A SAPSI R

Network

Ethernet (LAN1)

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



status	connected
ip	192.168.1.47
dns	192.168.1.1
mask	255.255.255.0
gateway	192.168.1.1

WLAN

status	disconnected
--------	--------------

License

Serial Number	35104050
Nominal Power	33300
Sequence Number	2
Item Number	4,210,406

Setup Version

Grid Code	DEM2 - MS ext. NA-Schutz
Region	Germany
Grid Code Id	1441797 (0x160005)
Grid Code Version	V 01.00.27.00

Export Limitation

Export Limitation

Option	Value	Unit
Power Control	off	

Country Setup

General

Startup and Reconnection

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Option	Limits	Value	Unit
Grid Monitoring Time Startup	[1 - 900]	60	s
Grid Monitoring Time Reconnection	[1 - 900]	600	s

Ramp Rates

Ramp-Up at Startup and Reconnection

Option	Limits	Value	Unit
Ramp-Up at Startup and Reconnection		On	
Ramp-Up at Startup and Reconnection Rate	[0.001 - 100]	0.33	%/s

Ramp-Up Irradiation

Option	Limits	Value	Unit
Ramp-Up Irradiation		On	
Ramp-Up Irradiation Rate	[0 - 200]	0.5	%/s

Ramp-Down Irradiation

Option	Limits	Value	Unit
Ramp-Down Irradiation		On	
Ramp-Down Irradiation Rate	[0 - 200]	0.5	%/s

Ramp-Up Communication

Option	Limits	Value	Unit
Ramp-Up Communication		On	
Ramp-Up Communication Rate	[0 - 100]	0.5	%/s

Ramp-Down Communication

Option	Limits	Value	Unit
Ramp-Down Communication		On	
Ramp-Down Communication Rate	[0 - 100]	0.5	%/s

Import

Option	Limits	Value	Unit
Battery Grid Import Limit	[0 - 4200]	4200	W

Interface Protection



Voltage

Inner Limits

Option	Limits	Value	Unit
Undervoltage U<	[0 - 528]	184	V
Undervoltage Time U<	[0 - 1001]	72	s
Overvoltage U>	[0 - 528]	287.5	V
Overvoltage Time U>	[0 - 1001]	72	s

Middle Limits

Option	Limits	Value	Unit
Voltage Middle Limits		Off	
Undervoltage U<	[0 - 528]	190	V
Undervoltage Time U<	[0 - 1001]	0.18	s
Overvoltage U>	[0 - 528]	270	V
Overvoltage Time U>	[0 - 1001]	0.18	s

Outer Limits

Option	Limits	Value	Unit
Voltage Outer Limits		On	
Undervoltage U<<	[0 - 528]	103.5	V
Undervoltage Time U<<	[0 - 1001]	72	s
Overvoltage U>>	[0 - 528]	287.5	V
Overvoltage Time U>>	[0 - 1001]	72	s

Long Time Average Limit

Option	Limits	Value	Unit
Long Time Average Limit		Off	
Overvoltage U>	[0 - 528]	253	V
Overvoltage Averaging Time U>	[0 - 15300]	540	s

Fast Overvoltage Disconnect

Option	Limits	Value	Unit
Fast Overvoltage Disconnect Threshold	[0 - 200]	120	%V
Fast Overvoltage Disconnect Time	[0.0001 - 0.02]	0.003	s

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Startup and Reconnection

Option	Limits	Value	Unit
Mode		Startup Values are used for Startup / Reconnection Values are used for Reconnection	
Startup Minimum Voltage	[0 - 528]	207	V
Startup Maximum Voltage	[0 - 528]	253	V
Reconnection Minimum Voltage	[0 - 528]	218.5	V
Reconnection Maximum Voltage	[0 - 528]	253	V
Tripping time for voltage limit violation	[0.05 - 1]	1	s

Frequency

Inner Limits

Option	Limits	Value	Unit
Underfrequency f<	[45 - 66]	47.5	Hz
Underfrequency Time f<	[0 - 1001]	72	s
Overfrequency f>	[45 - 66]	51.5	Hz
Overfrequency Time f>	[0 - 1001]	72	s

Outer Limits

Option	Limits	Value	Unit
Frequency Outer Limits		On	
Underfrequency f<<	[45 - 66]	47.5	Hz
Underfrequency Time f<<	[0 - 1001]	72	s
Overfrequency f>>	[45 - 66]	52.5	Hz
Overfrequency Time f>>	[0 - 1001]	72	s

Alternative Limits

Option	Limits	Value	Unit
Frequency Alternative Limits		Off	
Underfrequency f<	[45 - 66]	49.5	Hz
Underfrequency Time f<	[0 - 1000]	0.1	s

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Option	Limits	Value	Unit
Overfrequency f>	[45 - 66]	50.5	Hz
Overfrequency Time f>	[0 - 1000]	0.1	s

Startup and Reconnection

Option	Limits	Value	Unit
Mode		Startup Values are used for Startup / Reconnection Values are used for Reconnection	
Startup Minimum Frequency	[45 - 66]	47.5	Hz
Startup Maximum Frequency	[45 - 66]	50.2	Hz
Reconnection Minimum Frequency	[45 - 66]	49.9	Hz
Reconnection Maximum Frequency	[45 - 66]	50.1	Hz
Tripping time for frequency limit violation	[0.05 - 1]	1	s

Rate of Change of Frequency (RoCoF) Protection

Option	Limits	Value	Unit
Rate of Change of Frequency (RoCoF) Protection		Off	
RoCoF Limit	[0.05 - 99]	2.5	Hz/s
RoCoF Detection Measuring Window Time	[0.04 - 10]	0.5	s
RoCoF Trip Time	[0.05 - 16]	0.3	s

DC Injection

Inner Limit

Option	Limits	Value	Unit
Mode		Off	
DC Current Absolute Value	[0 - 10]	0.9	A
DC Current Relative Value	[0 - 10]	0.5	%A
DC Injection Time	[0 - 11]	0.2	s

Outer Limit

Option	Limits	Value	Unit
Mode		Off	

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Option	Limits	Value	Unit
DC Current Absolute Value	[0 - 10]	0.9	A
DC Current Relative Value	[0 - 10]	0.5	%A
DC Injection Time	[0 - 11]	0.2	s

Grid Support Functions

Voltage Fault Ride Through

Option	Limits	Value	Unit
Mode		On	

Region 1

Option	Limits	Value	Unit
Static Threshold	[0 - 200]	110	%V
Static Detection Mode		L-N Voltage	
Current Calc Mode		Active Asymmetric Current	
k-factor Positive Sequence	[0 - 10]	2	
k-factor Negative Sequence	[0 - 10]	2	

Region 2

Option	Limits	Value	Unit
Static Threshold	[0 - 200]	90	%V
Static Detection Mode		L-N Voltage	
Current Calc Mode		Active Asymmetric Current	
k-factor Positive Sequence	[0 - 10]	2	
k-factor Negative Sequence	[0 - 10]	2	

Region 3

Option	Limits	Value	Unit
Static Threshold	[0 - 200]	0	%V
Static Detection Mode		L-N Voltage	
Current Calc Mode		Zero Current	
k-factor Positive Sequence	[0 - 10]	2	

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Option	Limits	Value	Unit
k-factor Negative Sequence	[0 - 10]	2	

General - Voltage Fault Ride Through

Option	Limits	Value	Unit
Reactive Current Limitation Over-Excited	[0 - 110]	100	%
Reactive Current Limitation Under-Excited	[0 - 110]	100	%
Follow-Up Time	[0 - 1]	0.02	s
Sudden Voltage Change Detection (SVCD)		On	
Insensitivity Range (SVCD)	[0 - 100]	5	%
Deactivation Time (SVCD)	[0 - 1000]	5	s
Operation Range Check		On	
Operation Range Undervoltage Limit	[0 - 100]	10	%V
Operation Range Undervoltage Timeout	[0 - 100]	1.2	s

Active Power

Voltage-dependent Power Control

Option	Limits	Value	Unit
Mode		Off	
Activation Threshold Overvoltage	[90 - 528]	253	V
Gradient Overvoltage	[0.01 - 100]	8.7	%/V
Calculation Mode		$P_{max} = P_n - P_n(k \cdot dV)$	
Active Grid Support		Off	
Activation Threshold Undervoltage	[0 - 528]	0	V
Gradient Undervoltage	[0 - 100]	0	%/V
Time Constant (τ)	[0 - 600]	5	s
Stop Voltage at Overvoltage	[0 - 528]	270	V
Power at Stop Voltage - Overvoltage	[-100 - 100]	0	%
Stop Voltage at Undervoltage	[0 - 528]	220	V
Power at Stop Voltage - Undervoltage	[0 - 100]	100	%
Activation Delay	[0 - 60]	0	s
Reset Delay	[0 - 60]	0	s

Frequency-dependent Power Control

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



Option	Limits	Value	Unit
Mode		On (without Hysteresis)	
Configuration Method		Use Gradient	
Transition Frequency at Overfrequency	[45 - 66]	66	Hz
Transition Frequency at Underfrequency	[45 - 66]	45	Hz

Frequency-dependent Power Control - Overfrequency

Option	Limits	Value	Unit
Calculation Mode Overfrequency		$P_{max} = P_m - P_m(k \cdot df)$	
Activation Threshold Overfrequency	[45 - 66]	50.2	Hz
Gradient Overfrequency	[0.01 - 300]	40	%/Hz
Stop Frequency - Overfrequency	[45 - 66]	52	Hz
Power at Stop Frequency - Overfrequency	[-100 - 100]	0	%
Upper Deactivation Threshold Overfrequency	[45 - 66]	50.2	Hz
Lower Deactivation Threshold Overfrequency	[45 - 66]	45	Hz

Frequency-dependent Power Control - Underfrequency

Option	Limits	Value	Unit
Active Grid Support		On	
Calculation Mode Underfrequency		$P_{max} = P_m - P_n(k \cdot df)$	
Activation Threshold Underfrequency	[45 - 66]	49.8	Hz
Gradient Underfrequency	[0 - 200]	40	%/Hz
Stop Frequency - Underfrequency	[45 - 66]	48	Hz
Power at Stop Frequency - Underfrequency	[-100 - 100]	0	%
Upper Deactivation Threshold Underfrequency	[45 - 66]	52	Hz
Lower Deactivation Threshold Underfrequency	[45 - 66]	49.9	Hz

Frequency-dependent Power Control - General - Frequency-dependent Power Control

Option	Limits	Value	Unit
Return Gradient 1	[0.01 - 100]	0.16	%/s
Return Gradient 1 Alternative	[0.01 - 100]	5	%/s
Return Gradient 1 Alternative Threshold	[0 - 100]	100	%W
Return Gradient 2 Mode		Off	
Return Gradient 2	[0.01 - 100]	5	%/s

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Option	Limits	Value	Unit
Deactivation Time	[0 - 600]	60	s
Intentional Delay	[0 - 60]	0.5	s
Time Constant (τ)	[0 - 60]	0	s

General - Active Power

Option	Limits	Value	Unit
Priority at Underfrequency		Priority on Frequency-dependent Power	

Reactive Power

Option	Limits	Value	Unit
Mode		Cos φ - Constant Power Factor	
P/Q Priority		Q Priority	
Cos φ Minimum	[0 - 1]	0	

const cos φ

Option	Limits	Value	Unit
cos φ - Power Factor	[0 - 1]	1	
Direction / Excitation		Injection / OverExcited / Capacitive	
Time Constant (τ)	[0.01 - 60]	0.1	s

Q Absolute - Constant Reactive Power

Option	Limits	Value	Unit
Q - Reactive Power (Var)	[-200000 - 200000]	0	var
Time Constant (τ)	[0.01 - 60]	0.1	s

Q Relative - Constant Reactive Power

Option	Limits	Value	Unit
Q - Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var
Time Constant (τ)	[0.01 - 60]	0.1	s
Power Reference (RefType)		Apparent Power	

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic

Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic - Point 1

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	0	%W
cos φ - Power Factor	[0 - 1]	0.95	
Direction / Excitation		Injection / OverExcited / Capacitive	

Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic - Point 2

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	10	%W
cos φ - Power Factor	[0 - 1]	0.95	
Direction / Excitation		Injection / OverExcited / Capacitive	

Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic - Point 3

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	90	%W
cos φ - Power Factor	[0 - 1]	0.95	
Direction / Excitation		Absorption / UnderExcited / Inductive	

Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic - Point 4

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	100	%W
cos φ - Power Factor	[0 - 1]	0.95	
Direction / Excitation		Absorption / UnderExcited / Inductive	

Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic - Point 5

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W
cos φ - Power Factor	[0 - 1]	1	
Direction / Excitation		Injection /	

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



Option	Limits	Value	Unit
		OverExcited / Capacitive	

Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic - Point 6

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W
cos φ - Power Factor	[0 - 1]	1	
Direction / Excitation		Injection / OverExcited / Capacitive	

Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic - Point 7

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W
cos φ - Power Factor	[0 - 1]	1	
Direction / Excitation		Injection / OverExcited / Capacitive	

Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic - Point 8

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W
cos φ - Power Factor	[0 - 1]	1	
Direction / Excitation		Injection / OverExcited / Capacitive	

Cos φ (P) - Power-dependent Power Factor Characteristic - General

Option	Limits	Value	Unit
Lock-In Voltage-Dependent (% of Nominal Voltage)	[0 - 120]	0	%V
Lock-Out Voltage-Dependent (% of Nominal Voltage)	[0 - 120]	0	%V
Time Constant (τ)	[0.01 - 60]	1	s

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic - Point 1

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	0	%W

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



Option	Limits	Value	Unit
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic - Point 2

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	25	%W
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic - Point 3

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	25	%W
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic - Point 4

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	100	%W
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic - Point 5

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic - Point 6

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic - Point 7

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic - Point 8

Option	Limits	Value	Unit
Active Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Option	Limits	Value	Unit
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(P) - Power-dependent Reactive Power Characteristic - General

Option	Limits	Value	Unit
Lock-In Voltage-Dependent (% of Nominal Voltage)	[0 - 120]	0	%V
Lock-Out Voltage-Dependent (% of Nominal Voltage)	[0 - 120]	0	%V
Time Constant (τ)	[0.01 - 60]	3.33	s
Power Reference (Y-RefType)	Apparent Power		

Q(U) - Voltage-dependent Reactive Power Characteristic

Q(U) - Voltage-dependent Reactive Power Characteristic - Point 1

Option	Limits	Value	Unit
Voltage (% of Nominal Voltage)	[50 - 150]	94	%V
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	100	%var

Q(U) - Voltage-dependent Reactive Power Characteristic - Point 2

Option	Limits	Value	Unit
Voltage (% of Nominal Voltage)	[50 - 150]	96	%V
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(U) - Voltage-dependent Reactive Power Characteristic - Point 3

Option	Limits	Value	Unit
Voltage (% of Nominal Voltage)	[50 - 150]	104	%V
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	0	%var

Q(U) - Voltage-dependent Reactive Power Characteristic - Point 4

Option	Limits	Value	Unit
Voltage (% of Nominal Voltage)	[50 - 150]	106	%V
Reactive Power (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 100]	-100	%var

Q(U) - Voltage-dependent Reactive Power Characteristic - General

Option	Limits	Value	Unit
Q Offset Factor	[-1 - 1]	0	
Initial Delay Time	[0 - 60]	0	s

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Option	Limits	Value	Unit
Lock-In P-Dependent Production (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	0	%W
Lock-Out P-Dependent Production (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	0	%W
Lock-In P-Dependent Consumption (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W
Lock-Out P-Dependent Consumption (% of Nominal Apparent Power)	[-100 - 0]	0	%W
Time Constant (τ)	[0.01 - 60]	3.33	s
Auto Adjusting Reference Voltage Mode		Off	
Reference Voltage Uref	[95 - 105]	100	%V
Auto Adjusting Reference Voltage Time Constant (τ_{ref})	[300 - 5000]	300	s
Power Reference (Y-RefType)		Apparent Power	





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(U)-Kennlinie und Q(P)-Kennlinie</u> Die Verfahren „Q(U)-Kennlinie“ und „Q(P)-Kennlinie“ wurden im Rahmen der Einheitenzertifizierung nicht vermessen. 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: - 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. In diesem Fall soll die P(f)-Funktion im Wechselrichter deaktiviert werden, während die Priorisierung sowie die P(f)-Funktion im EZA-Regler umgesetzt werden. 5) <u>Schnittstellen für Schutzfunktionsprüfungen</u> Die WR Fronius Verto haben keine Prüfvorrichtung zur Überprüfung der parametrisierten		

Anhang zum Einheitenzertifikat
gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



Schutzfunktionen. Bei Einsatz dieser WR in EZA, die ins Mittelspannungsnetz einspeisen, ist daher ein „externer“ bzw. „zwischengelagerter“ Entkopplungsschutz der EZE (NA-Schutz) mit entsprechender Prüfklemmleiste vorzusehen.

E. Bay

Emre Bayram

Offenbach, 2025-04-11, VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH

