



Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Unit Certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110

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

Fronius International GmbH
Günter Fronius Straße 1; 4600 Thalheim bei Wels, Austria
PV-Wechselrichter (Typ 2)
PV-Inverter (Type 2)

Bemessungswerte
Rated values

Fronius Tauro	50-3-D	50-3-P
Bemessungswirkleistung <i>Rated active power</i>	50 kW	
Bemessungsscheinleistung <i>Rated apparent power</i>	50 kVA	
AC-Bemessungsspannung <i>AC rated voltage</i>	3/N/PE AC 380/220 V 3/N/PE AC 400/230 V	
AC-Nennfrequenz / <i>AC rated frequency</i>	50 / 60 Hz	
Firmwarestand/ <i>Version of firmware</i>	1.21.2-1	

Validiertes
Simulationsmodell /
*Validated simulation
model*

Name & Identifikations- nummer (MD5)	FroniusInverter.zip b677e5bd1d9475a64dde680d07298a69
---	---

Netzanschlussregel / *Grid connection code*
Zertifizierungsregel / *Certification rule*
Modellvalidierung / *Model validation*
Prüfanforderung / *Testing standard*
Prüfbericht / *Test report*

- [1] VDE-AR-N 4110:2018-11
- [2] FGW TR 8 Rev.9
- [3] FGW TR 4 Rev.10
- [4] FGW TR3 Rev. 25
- [5] 305022-RE-1
- [6] 303243-RE-4

ID-Nummer / *ID-number* 40056512
Befristet zum / *Valid until* 2028-03-05

Dieses Zertifikat bestätigt, dass die oben bezeichneten Erzeugungseinheiten die Anforderungen der Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110:2018-11 mit folgender Einschränkung erfüllen:

- Siehe Bemerkungen in Kapitel 9

This certificate confirms that the generating units named above meet the requirements of the grid connection code VDE-AR-N 4110: 2018-11 with the following restriction:

- *See the remarks in chapter 9*

Zum Zertifikat gehört ein Anhang (Seite 2-39) mit weiteren Informationen zu den PV-Wechselrichtern Fronius Tauro 50-3-D und Tauro 50-3-P.

The certificate includes an appendix (page 2-39) with further information concerning the PV inverters Fronius Tauro 50-3-D and Tauro 50-3-P.

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

2023-03-06

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

VDE
INSTITUT

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



1	Revisionsverzeichnis	3
2	Richtlinien, Prüfberichte und Dokumente / <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	Firmware	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	9
5.4	Blindleistungsbereitstellung	10
5.5	Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung	12
5.6	Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement.....	13
5.7	Wirkleistungsabgabe in Abhängigkeit der Netzfrequenz	13
5.8	Zuschaltbedingungen.....	14
5.9	Dynamische Netzstützung	15
5.10	Kurzschlussstrombeitrag der EZE	17
5.11	Schutz	18
6	Auszüge aus den Prüfberichten.....	19
6.1	Teil 1: Netzverträglichkeit / Part 1: power quality.....	19
6.2	Teil 2: Regelfähigkeit am Netz / Part 2: grid control capability	24
6.3	Teil 3: Schutzsystem / Part 3: Protection system	26
6.4	Teil 4: Prüfumgebung / Part 4: Test conditions.....	28
7	Zertifizierungsrelevante Parameter.....	29
8	Zusammenfassung der Bewertung	39

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



1 Revisionsverzeichnis

Revision	Datum / Date	Bemerkung / Remark
-	06.03.2023	Erstausgabe / 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: 2018-11 Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung) <i>Technical requirements for the connection and operation of customer installations to the medium voltage network (TCR medium voltage)</i>
[2]	FGW TR8 Rev. 9: 2019-02 Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten, -anlagen und Speicher sowie für deren Komponenten, Teil 8: Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Stromnetz <i>Technical guidelines for generating units, systems and storage as well as for their components, part 8: Certification of the electrical properties of generation units and systems, storage systems and their components on the power grid</i>
[3]	FGW TR4 Rev. 10: 2022-04-05 Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen Teil 4: Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und –anlagen, Speicher sowie deren Komponenten <i>Technical guidelines for generating units and systems, part 4: Requirements for modeling and validation of simulation models of the electrical properties of generation units and systems, storage systems and their components on the power grid</i>
[4]	FGW TR3 Rev. 25: 2018-09¹⁾ Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und –anlagen Teil 3: Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz <i>Technical guidelines for generating units and systems, part 3: Determining the electrical properties of generating units and installations, storage as well their components at the medium high and very high voltage grid.</i> <small>¹⁾ Zum Zeitpunkt der Erstellung des Zertifikats lag bereits die Rev. 26 der FGW TR3 vor. / At the time the certificate was created, Rev. 26 of the FGW TR3 was already available.</small>

Referenz / Reference	Prüf- und Evaluierungsberichte / Test and evaluation reports
[5]	305022-RE-1: 2023-03-06 VDE-Evaluierungsbericht / VDE evaluation report
[6]	303243-RE-4: 2023-03-06 VDE-Evaluierungsbericht (Simulationsmodell) / VDE evaluation report (simulation model)
[7]	SGP-21010_02_R1: 2022-09-28 Prüfbericht / test report AIT (Fronius Tauro 50-3-P)

Referenz / Reference	Herstellerdokumente (Auswahl) / Manufacturer documents (selection)
[8]	Herstellererklärung der Fa. Fronius, Version vom 19.01.2023 „Fronius Tauro Allgemein_TR32499_Herstellererklärung VDE-AR-N 4110“

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



3 Technische Eigenschaften der Erzeugungseinheiten

3.1 Allgemein

Die hier zertifizierten Wechselrichter des Herstellers Fronius der Serie Tauro 50-3-D und 50-3-P (Fronius intern: „Booster“- Geräte) haben standardmäßig 3 MPP-Eingänge. Sie unterscheiden sich hinsichtlich des Anschlusses der PV-Stränge:

- Bei der D-Variante (D = direct) werden die Anschlüsse der PV-Stränge direkt am Wechselrichter mittels MC4-Stecker hergestellt.
- Bei der P-Variante (P = pre-combined) werden die einzelnen PV-Stränge vor dem Wechselrichter in einer „Sammelbox“ gebündelt und nur die Sammelstränge werden an den Wechselrichtereingang geführt.

In [7] wurde ein Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-P nach den Vorgaben aus [4] geprüft.

3.2 Zusammenstellung der technischen Daten

Technische Daten der EZE Fronius Tauro 50-3-D / 50-3-P		
Hersteller	Fronius International GmbH	
EZE	Photovoltaik (PV) – Wechselrichter (Typ 2)	
Typenbezeichnung	Tauro 50-3-D	Tauro 50-3-P
Elektrische Daten auf AC-Seite		
Bemessungsspannung	3~NPE 380/220V 3~NPE 400/230V	
Bemessungsstrom	75,8 A (380/220V) 72,5 A (400/230V)	
Maximaler Ausgangsstrom	76,0 A	
Netzfrequenz	50 / 60 Hz	
Leistungsfaktor (cos φ)	0-1 (induktiv und kapazitiv).	
Bemessungsscheinleistung	50 kVA	
Bemessungswirkleistung	50 kW	
Elektrische Daten auf DC-Seite		
Maximale Eingangsspannung	1.000 V	
Minimale Eingangsspannung	200 V	
Start-up Spannung	200 V	
Maximale MPP Spannung	870 V	
Minimale MPP Spannung	400 V	
Anzahl MPP Eingänge	3	
Anzahl der DC-Eingänge (PV1/PV2/PV3)	4 / 3 / 7	1 / 1 / 1
Maximaler Eingangsstrom pro DC-Eingang	36 A / 36 A / 72 A	
Maximaler Eingangsstrom (gesamt)	134 A	
Max. Eingangsstrom (Strang)	14,5A	

Tabelle 1 – Allgemeine Informationen und technische Daten des WR Fronius Tauro 50-3-D / 50-3-P

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



3.3 Firmware

Die aktuelle Firmwareversion lautet 1.21.2-1 (DEVICEGROUP). Sie gilt für alle hier zertifizierten Wechselrichter.

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

Zu dem Bundle gehören die folgenden relevanten Softwareplattformen COYOTE, HYDRA, 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
- HYDRA dient der Überwachung der Strangströme. Hydra steht nur den DIRECT-Varianten zur Verfügung
- 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 Tauro
WLAN	<ul style="list-style-type: none">• Fronius Solar.Web,• ModbusTCP Sunspec• Fronius solar APi (JSON)
6 digitale Eingänge, / 6 digitale Ein-/ Ausgänge	Anbindung an Rundsteuerempfänger, Energiemanagement, Lastenmanagement
Datenlogger und Webserver	Integriert
Wired Shutdown (WSD)	Notschalter
USB (Typ-A Buchse)	1A @5V max (nur zur Stromversorgung)
2x Ethernet LAN RJ45	10 / 100 Mbit, max. 100m Fronius Solar.web, Modbus TCP Sunspec, Fronius Solar API (JSON)
2 x RS 485	Modbus RTU SunSpec Zähler und Batterieanbindung

Tabelle 2 – Schnittstellen Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P

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 9.5 (R2018b) or higher Simulink Version 9.2 (R2018b) or higher Simscape Electrical Version 7.0 (R2018b) or higher
Dateinamen	Das Modell besteht aus den folgenden Dateien: - FroniusInverter.mexw64 - FroniusInverter_Doc - FroniusInverter_Lib.slx - FroniusInverter_PGS.slx - FroniusInverter_PGU.slx - image
Checksumme (MD5)	FroniusInverter.zip b677e5bd1d9475a64dde680d07298a69
Modelltyp	<input type="checkbox"/> EMT-Modell <input checked="" type="checkbox"/> RMS-Modell
Schrittweite	0,1 ms
Fehlerfälle	Symmetrische / Unsymmetrische Fehler
Wählbare Wirkleistungsregelmodi	- Wirkleistung nach Sollwertvorgabe - Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz
Wählbare Blindleistungsregelmodi	- Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ (fest) - Blindleistung Q (fest) - Verschiebungsfaktor $\cos \varphi(P)$ -Kennlinie - Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$ - Blindleistungs-Wirkleistungskennlinie $Q(P)$ - $\tan \varphi(U)$ -Kennlinie

Tabelle 3 – Allgemeines zum Simulationsmodell



5 Charakteristische Betriebseigenschaften

5.1 Bezugsgrößen und Übertragbarkeit

Es gelten für die folgenden Ausführungen die folgenden Bezugsgrößen:

Bezugsgrößen		
Typ	Fronius Tauro	
	50-3-D	50-3-P
Bemessungsscheinleistung	50 kVA	
Bemessungswirkleistung	50 kW	
Nennspannung	400 V _{L-L}	
Bemessungsstrom	72,5 A	

Tabelle 4 – Für die Auswertung der Daten der Herstellererklärung bzw. der Messdaten aus [7] anzuwendenden Bezugsgrößen

Die am Fronius Tauro 50-3-P ermittelten Messdaten aus [7] sind direkt übertragbar auf den nicht gemessenen Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D.

Die Übertragbarkeit der Messergebnisse auf den nicht gemessenen Wechselrichter Tauro 50-3-D wird in [5] begründet.



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:

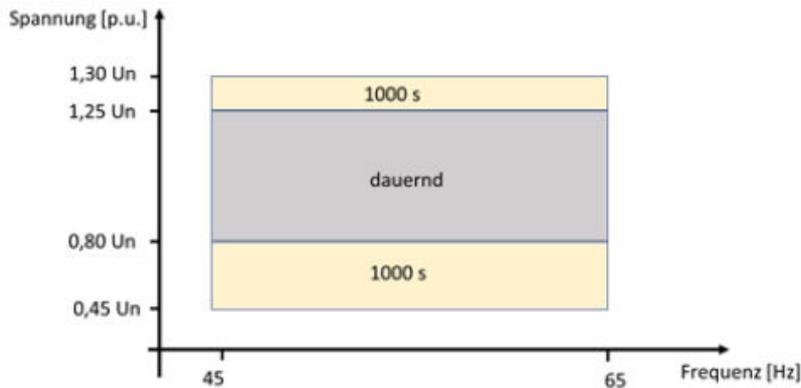


Abbildung 1 – Quasistationärer Betriebsbereich der WR Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P gemäß [8]

Im Rahmen der Einheitszertifizierung wurde das richtlinienkonforme Vermögen des Fronius Tauro 50-3-P durch Messungen bei 6 verschiedenen Arbeitspunkten bestätigt (siehe [7]).

Dies ist auf den nicht vermessenen Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D übertragbar.

Informativ

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

5.3 Netzurückwirkungen

Siehe dazu Kapitel 6.1.



5.4 Blindleistungsbereitstellung

In Abbildung 2 ist das P/Q -Diagramm der Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P gemäß Herstellererklärung [8] dargestellt.

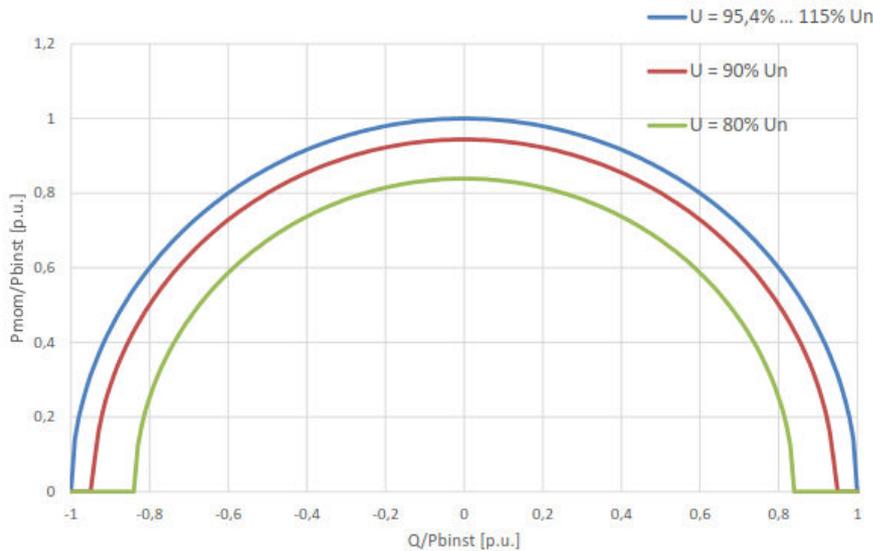


Abbildung 2 – P/Q -Diagramm gemäß [8]

- P_{binst} ist als Bemessungsleistung des Wechselrichters zu interpretieren, also hier 50 kW
- Die Kurven sind dauernd fahrbar, wenn die Randbedingungen (z.B. Schutzeinstellungen) es zulassen.
- Blindleistung in untererregter Fahrweise ist mit negativem Vorzeichen versehen
- Bestimmung der Scheinleistung des Wechselrichters im Spannungsbereich $<0,95,4\% U_n \dots 80\% U_n$: lineare Interpolation zwischen $100\% P_{FE}$ und $85\% P_{FE}$.

In dem Prüfberichten [7] wurde das P/Q -Verhalten des Fronius Tauro 50-3-P punktweise vermessen. Das obige P/Q -Diagramm kann bestätigt werden. Es ist somit anwendbar für beide Typen Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P.

Die folgende Abbildung zeigt die Spannungsabhängigkeit der Blindleistung

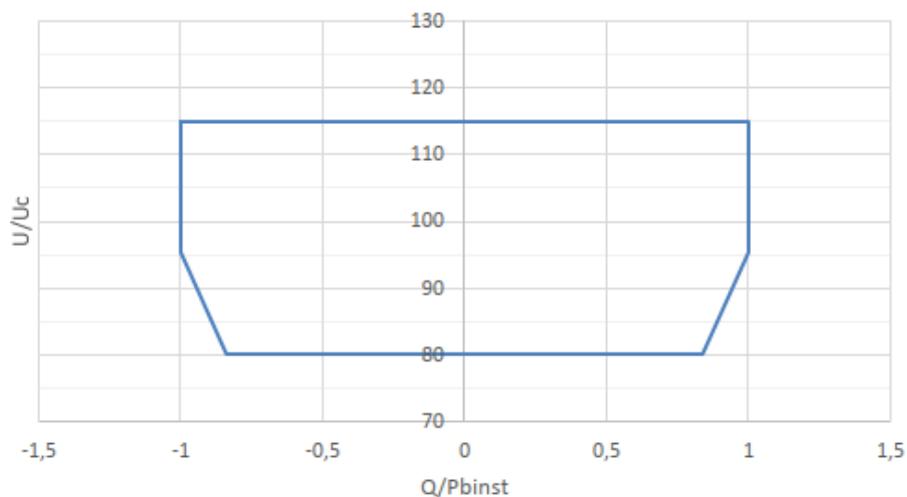


Abbildung 3 – $Q(U)$ -Diagramm gemäß [8]

- P_{binst} ist als Nennleistung des Wechselrichters zu interpretieren, also hier 50 kW
- U_c ist als AC-Klemmen-Nennspannung des Wechselrichters zu interpretieren

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Es wurden in [7] insgesamt 4 Q-Übergangsfunktionen gemessen: unter Variation der Wirkleistung (10% P_{FE} und 50% P_{FE}) bzw. der Einstellzeit (minimaler und maximaler Einstellwert).

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse zusammen.

Q-Übergangsfunktionen: Einstellzeit ($U \approx U_{FE} = 400$ V an EZE-Klemmen)				
Sollwertsprung	Einstellzeit			
	Minimal (6 s)		Maximal (60 s)	
	0% P_{FE}	50% P_{FE}	10% P_{FE}	50% P_{FE}
$Q = 0 \rightarrow Q_{\max, \text{kap}}$	5,4 s	5,9 s	55 s	59 s
$Q_{\max, \text{kap}} \rightarrow Q_{\max, \text{ind}}$	5,7 s	6,0 s	57 s	58 s
$Q_{\max, \text{ind}} \rightarrow Q = 0$	6,1 s	6,1 s	60 s	61 s
Bemerkung				
- Ergebnisse aus [7], Kapitel 8.4.2, 8.4.3, 8.4.4, 8.4.5.				

Tabelle 5 – Ergebnisse der ermittelten Einschwingzeiten aus den Q-Übergangsfunktionen

Q-Übergangsfunktionen: Aus den stationären Messwerten Q am Ausgang der EZE ermittelte Einstellgenauigkeit der Blindleistung Q nach Sollwertsprung			
Randbedingungen	Sollwert	Istwert	Abweichung $\Delta Q / P_{FE}$
$T_{\min} = 6$ s	-25 kvar	-25,33 kvar	-0,66 %
	0 kvar	0,10 kvar	0,20 %
	25 kvar	25,51 kvar	1,02 %
$T_{\max} = 60$ s	-25kvar	-25,31 kvar	-0,62%
	0 kvar	0,14	0,28 %
	25 kvar	25,51 kvar	1,02 %
Bemerkung			
- Ergebnisse aus [7]			
- T_{\min} = minimale Einstellzeit (6s), T_{\max} = maximale Einstellzeit (60s)			
- Hinweis: Anwendung des Verbraucherzählpfeilsystems: Kapazitive Blindleistung: negatives Vorzeichen, induktive Blindleistung: positives Vorzeichen			

Tabelle 6 – Ergebnisse der ermittelten Einschwingzeiten aus den Q-Übergangsfunktionen

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



5.5 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung

Gemäß [9] können die Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P folgende Blindleistungsbe-
triebsarten fahren:

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

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

Informativ:

Gemäß [2] wird die maximal zulässige Fehlertoleranz nach Einschwingen des Blindleistungswertes auf einen vorgegebenen Sollwert im Rahmen der Einheitszertifizierung nicht bewertet.

Für Erzeugungsanlagen ≥ 300 kVA gilt nach [1] ein Toleranzgrenzwert für die Einstellgenauigkeit der Blindleistung nach Sollwertvorgabe von $\pm 2\%$ P_{inst} . In [5] sind die ermittelten Einstellgenauigkeiten aus [7] zusammengefasst worden. Die gefahrenen Blindleistungssollwerte mit $Q_{soll} \geq 50\%$ P_{rE} sind deutlich größer als die Anforderungen aus [1] ($Q_{max} \approx 0,35 P_{rE}$, auf EZE-Ebene heruntergebrochen). Aus den Ergebnissen ist abzuleiten, dass die Einstellgenauigkeit der Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P bei Blindleistungsanforderungen gemäß [1] im Bereich $\leq 1\%$ liegen.

Weitere Informationen siehe Kapitel 6.2.

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



5.6 Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement

Der Wirkleistungsgradient lässt sich an den Fronius Wechselrichtern Tauro 50-3-D und 50-3-P im Bereich 0,33 bis 0,66 % P_{RE} /Sekunde einstellen.

Die gemessenen maximalen Wirkleistungsgradienten liegen geringfügig über dem Grenzwert von 0,66% P_{RE}/s . Um die Einhaltung des Grenzwerts zu gewährleisten, sollten keine Wirkleistungsgradienten über 0,64% P_{RE}/s eingestellt werden.

Die Einstellgenauigkeit bzw. die max. Abweichung zwischen Soll- und Istwert der Wirkleistung beider vermessener Wechselrichter liegt bei ca. 1,6 % der Bemessungsleistung P_{RE} .

Den Wechselrichtern Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P steht nur ein (digitaler) Sollwerteingang zur Verfügung. Getrennte Sollwertvorgaben von z.B. Netzbetreiber und Direktvermarkter sind nicht möglich. Die Priorisierung unterschiedlicher Sollwerte muss in der EZA z.B. im überlagerten EZA-Regler stattfinden

Die Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P zeigen eine Abhängigkeit der max. abgebbaren Wirkleistung von der Umgebungstemperatur:

Umgebungstemperatur	Fronius Tauro	
	50-3-D	50-3-P
45 °C	50,0 kW	
50 °C	50,0 kW	
55 °C	44,5 kW	
60 °C	36,2 kW	
65 °C	3,2 kW	

Tabelle 7– Ausgangsleistung abhängig von Umgebungstemperatur nach [8]

Weitere Informationen siehe Kapitel 6.2

5.7 Wirkleistungsabgabe in Abhängigkeit der Netzfrequenz

Siehe dazu Kapitel 6.2.

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



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 bestätigen, dass die Anforderungen an eine Zuschaltung und Wiedereinschaltung erfüllt werden.

Bei vorhergegangener Abschaltung der Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P 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-Standardzuschaltstellungen des Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P 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 (Fault Ride Through, Dynamische Netzstützung) erkennen die Wechselrichter des Typs Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P Netzfehlerzustände (Netzspannungseinbrüche oder – Überhöhungen), bleiben während des Netzfehlers am Netz und speisen einen beliebigen Kompensationsblindstrom ein.

Die Photovoltaik-Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P 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 [9]:

- 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 unter 100% als LVRT-Region (LowVoltage-Region) verwendet. Das Detektionslimit ordnet einer Region einen Netzspannungsbereich zu.

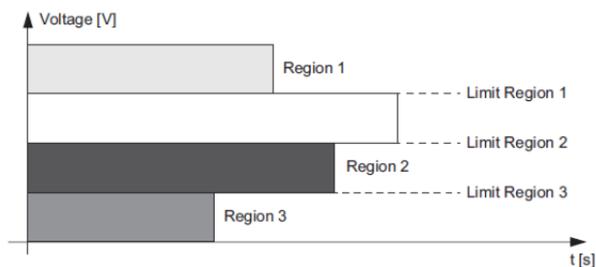


Abbildung 4 – Zuordnung der VFRT-Regionen (aus Herstellerangabe)

- 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 [1].

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Beispiel 1: Vollständige dynamische Netzstützung

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

Beispiel 2: Eingeschränkte dynamische Netzstützung

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

Zum Nachweis der prinzipiellen Fähigkeit des Wechselrichters Fronius Tauro 50-3-P zur dynamischen Netzstützung wurden in [7] die nach FGW - TR 3 [4] Abschnitt 4.6 vorgeschriebenen Tests erfolgreich durchgeführt.

Dies ist auch auf den Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D übertragbar.

Anhang zum Einheitszertifikat

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 aus den Messungen ermittelten höchsten Kurzschlussstrombeiträge betragen für den vermessenen Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-P

- 1,54 p.u. für den Scheitelwert und
- 1,073 p.u. für den Effektivwert des Wechselstroms innerhalb 1.000 ms

Die notwendigen Parameter zur Berechnung der Kurzschlusswechselströme nach DIN EN 60909-0 [5] werden wie folgt angegeben:

Angabe	Wert	
	Tauro 50-3-D	Tauro 50-3-P
Effektivwert des Quellenstroms bei dreipoligen Fehler I_{skPF}	76 A ^{1), 2)}	
Effektivwert des Quellenstroms bei zweipoligen Fehler $I_{(1)sk2PF}$	76 A ^{1), 2)}	
Effektivwert des Quellenstroms bei einpoligen Fehler $I_{(1)sk1PF}$	76 A ^{1), 2)}	
Kurzschlussgegenimpedanz (Herstellerangabe) nur für ganzzahlige k -Faktoren $Z_{(2)PF}$	3,174 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 der max. AC-Strom der Wechselrichter im Dauerbetrieb 76 A, siehe Kapitel 3.2. Diese Werte werden als I_{skPF} für die Berechnung der Kurzschlusswechselströme nach DIN EN 60909-0 festgelegt. 3) Nach DIN EN 60909-0 ist die Mitsystemimpedanz als unendlich anzusetzen. Die Gegensystemimpedanz berechnet sich aus $Z(2) = X(2) = 0,5 \cdot \frac{U_n^2}{P_n}$		

Tabelle 8 – Notwendige Parameter zur Berechnung der Kurzschlusswechselströme DIN EN 60909-0

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



5.11 Schutz

Die WR Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P sind mit einem internen Entkopplungsschutz versehen, der folgende Funktionen umfasst:

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

In folgender Abbildung ist der mögliche Einstellbereich zusammengefasst:

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

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

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

Abbildung 5– Schutzeinrichtung/Einstellmöglichkeiten der Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P gemäß [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 Tauro 50-3-D und 50-3-P. Außer den über die SW einstellbaren Entkopplungsschutz existieren keine weiteren Schutzfunktionen. Der Eigenschutz bzw. dessen Grenzen werden als min./max. einstellbarer Wert des Entkopplungsschutzes interpretiert.

Die Wechselrichter Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P 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. „zwischenlagerter“ 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 / Part 1: power quality

Fronius Tauro 50-3-P (aus [7])

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 1: Netzverträglichkeit / Part 1: Power Quality	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der TAURO 50-3-P“	
„Determination of the electrical properties of the TAURO 50-3-P“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-21010_02_R1	Seite/Page 1/5
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter /central inverter	Herstellerrangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/ 50kW Rated power P_n : 50 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-21010_02_R1	Messzeitraum/ Period of measurement: 17.05.2022 – 29.07.2022

Nennwerten / Rated data:

Nennscheinleistung S_n Rated apparent power S_n	50 kVA	Nennstrom I_n Rated current I_n	72.5 A
Nennfrequenz f_n rated frequency f_n	50 Hz	Nennspannung U_n (P-P) rated Voltage U_n	400 V

Wirkleistungsspitzen / Power peaks:

Wirkleistungsspitzen in kW		Normierte Wirkleistungsspitzen in p.u.		Anzahl 10-Minuten Datensätze
$p_{500}=P_{500}/P_n$	-50,500	$p_{500}=P_{500}/P_n$	-1,010	
$p_{50}=P_{50}/P_n$	-50,820	$p_{50}=P_{50}/P_n$	-1,016	3
$p_{0,2}=P_{0,2}/P_n$	-50,900	$p_{0,2}=P_{0,2}/P_n$	-1,018	3

Schalhandlungen / Switching operations:

	Einschalten bei <10% P_n / Start-up at <10% P_n			
Max Anz. Schalhandlungen / Max. no. of switching operations N_{10}	1			
Max Anz. Schalhandlungen/Max. no. of switching operations N_{120}	12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle	30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor $k_f(\psi_f)$	0,006	0,005	0,006	0,006
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_U(\psi_U)$	0,150	0,108	0,054	0,009

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

Schaltvorgang / Case of switching operation	Einschalten bei Nennleistung /Start-up at rated power			
Max Anz. Schalhandlungen/Max. no. of switching operations N_{10}	1			
Max Anz. Schalhandlungen/Max. no. of switching operations N_{120}	12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle	30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor $k_f(\psi_f)$	0,006	0,005	0,003	0,003
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor $k_U(\psi_U)$	0,891	0,683	0,396	0,146

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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

Seite/Page 2/5

Schaltvorgang / Case of switching operation	Seviceabschaltung bei Nennleistung /Cut off at rated Pn			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N ₁₀	1			
Max Anz. Schalthandlungen/Max. no. of switching operations N ₁₂₀	12			
Netzimpedanzwinkel / Grid impedance angle	30°	50°	70°	85°
Flickerformfaktor / Flicker step factor k _f (ψ _k)	0,003	0,003	0,003	0,003
Spannungsänderungsfaktor / Voltage change factor k _v (ψ _k)	0,891	0,683	0,397	0,146

Unsymmetrie

P _n	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
u _i [%]	-30,33	-0,32	-0,35	0,36	0,04	0,02	0,03	0,09	0,03	0,01	0,00	-

Flicker:

	30°	50°	70°	85°
Flickerbeiwert / Flicker coefficient, c(ψ _k , P _{bin})	Flickerkoeffizient / Flicker coefficient, c(ψ _k , v _s)			
P _{bin} in %				
Max	0,13	0,23	0,33	0,37
100	0,11	0,18	0,25	0,28
90	0,13	0,17	0,24	0,27
80	0,11	0,18	0,25	0,28
70	0,13	0,17	0,24	0,27
60	0,21	0,20	0,24	0,26
50	0,24	0,22	0,25	0,28
40	0,25	0,23	0,24	0,27
30	0,13	0,17	0,24	0,26
20	0,23	0,22	0,25	0,27
10	0,09	0,10	0,12	0,13
0	0,13	0,23	0,33	0,37

Anhang zum Einheitszertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Oberschwingungsmessungen / Harmonics

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

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Zwischenharmonische, Normalbetrieb / Interharmonics at continuous operation

Seite/Page 4/

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

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 TAURO 50-3-P“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the TAURO 50-3-P“

Auszug Nr./ Extract No : SGP-21010_02_R1

Seite/Page 5/5

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

Höhere Frequenzen im Normalbetrieb / Higher Frequencies components

Pbin (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f (kHz)	I _r /I _n (%)										
2.1	0,03	0,13	0,12	0,12	0,10	0,11	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12
2.3	0,02	0,05	0,05	0,04	0,06	0,09	0,07	0,09	0,08	0,08	0,09
2.5	0,02	0,08	0,05	0,06	0,08	0,10	0,08	0,11	0,09	0,09	0,08
2.7	0,02	0,13	0,13	0,11	0,14	0,14	0,11	0,14	0,11	0,11	0,11
2.9	0,03	0,12	0,11	0,14	0,19	0,18	0,14	0,16	0,14	0,14	0,13
3.1	0,03	0,17	0,15	0,14	0,14	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,10
3.3	0,03	0,05	0,05	0,06	0,10	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
3.5	0,02	0,06	0,06	0,05	0,08	0,07	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05
3.7	0,03	0,06	0,05	0,05	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05
3.9	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
4.1	0,05	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
4.3	0,03	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
4.5	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
4.7	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
4.9	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
5.1	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06
5.3	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04
5.5	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
5.7	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
5.9	0,04	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
6.1	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08
6.3	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
6.5	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
6.7	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
6.9	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
7.1	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
7.3	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
7.5	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
7.7	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
7.9	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
8.1	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06
8.3	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
8.5	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
8.7	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
8.9	0,03	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-21010_02_R1 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-21010_02_R1

Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Datum/ Date : 2022-09-28

Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature Unterschrift/Signature

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 Einheitenzertifikat 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 / Part 2: grid control capability

Fronius Tauro 50-3-P (aus [7])

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 2: Regelfähigkeit am Netz / Part 2: grid control capability	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der TAURO 50-3-P“	
„Determination of the electrical properties of the TAURO 50-3-P“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-21010_02_R1	Seite/Page 1/2
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/ 50kW Rated power P _n : 50 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-21010_02_R1	Messzeitraum/ Period of measurement: 17.05.2022 – 29.07.2022

Nennwerten / Rated data:

Nennscheinleistung S _n Rated apparent power S _n	50 kVA	Nennstrom I _n Rated current I _n	72.5 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 ₅₀₀ =P ₅₀₀ /P _n	-50,500	p ₅₀₀ =P ₅₀₀ /P _n	-1,010	3
s ₅₀ =P ₅₀ /P _n	-50,820	s ₅₀ =P ₅₀ /P _n	-1,016	3
p _{0.2} =P _{0.2} /P _n	-50,900	p _{0.2} =P _{0.2} /P _n	-1,018	3

Wirkleistungseinspeisung in Abhängigkeit der Netzfrequenz / Active power vs frequency

Überfrequenz / overfrequency	Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzüberhöhung Mean power gradient at overfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 33,9 % P _n /Hz	
	max. Einschwingzeit / max. Settling time	0,4 s	
	Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz / power gradient after revocery of overfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 9,78 % P _n /Hz max. Gradient / max. gradient 9,82% P _n /Hz	
Unterfrequenz / underfrequency	Mittlerer Gradient der Wirkleistung zum Zeitpunkt der Frequenzunterschreitung / Mean power gradient at underfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 40,6 % P _n /Hz	
	max. Einschwingzeit / max. settling time	< 0,7 s	
	Gradient der Wirkleistung nach Rückkehr aus Überfrequenz / power gradient after revocery of overfrequency	mittl. Gradient / mean gradient 9,78 % P _n /Hz max. Gradient / max. gradient 9,79 % P _n /Hz	
Die EZE kann mit reduzierter Leistung betrieben werden. / The unit is able to run at reduced power.		Ja / Yes	Nein / No
Maximale Sollwertabweichung der Wirkleistung Max. deviation of power setting		Überschreitung/ exceeding 1,6% /P _n	Unterschreitung/ undercut -% / P _n
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 minimalem Gradienten/ response time of the power output after a change in setpoint with minimal gradient	P90 -> Pmin	Zeit/ time: 132 s Gradient: 0,67 %P _n / s	
	Pmin -> P90	Zeit/ time: 126 s Gradient: 0,67 %P _n / s	
Einschwingzeit der Leistung für einen Sollwertsprung mit maximalem Gradienten/ response time of the power output after a change in setpoint with maximum gradient	P70 -> P50	Zeit/ time: 51 s Gradient: 0,34 %P _n / s	
	P50-> P70	Zeit/ time: 42 s Gradient: 0,34 %P _n / s	

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report

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

„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der TAURO 50-3-P“

„Determination of the electrical properties – power quality (EMC) of the TAURO 50-3-P“

Auszug Nr./ Extract No: SGP-21010_02_R1

Seite/Page 2/2

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

Blindleistungsbereitstellung / Provision of reactive power

	P/P _n	Q _{ind}	Q ₀	Q _{kap}	P/P _n	Q _{ind}	Q ₀	Q _{kap}
Blindleistungsverhalten im Normalbetrieb und maximaler Blindleistungsstellbereich / Control of reactive power in normal operation mode and maximum reactive power range	0%	50,92	0,014	-50,85	60%	41,03	0,095	-41,06
	10%	50,68	0,028	-50,33	70%	37,17	0,111	-36,92
	20%	49,93	0,039	-49,81	80%	31,69	0,13	-31,41
	30%	48,67	0,051	-48,58	90%	23,56	0,15	-23,26
	40%	46,81	0,064	-46,74	100%	9,83	0,17	-9,51
	50%	44,38	0,079	-44,18	110%	-	-	-
Q _{ind} und / and Q _{kap} in kvar								
Arbeitspunkte des spannungsunabhängigen P-Q-Diagramms / working points of the voltage dependent P-Q-diagram	AP / WP	U/U _n in %	P/P _n in %	Q in kvar				
	1 ind	91	0,0	48,98 kVAr				
	2 ind	1,09	1,0	50,93 kVAr				
	1 kap/cap	91	0,0	-48,49 kVAr				
	2 kap/cap	1,09	1,5	-50,84 kVAr				
Blindleistungsregelung durch Sollwertvorgabe / Control of reactive power through set point signal	<input type="checkbox"/> Verschiebungsfaktor / power factor			<input checked="" type="checkbox"/> Blindleistung / reactive power				
	P _{bin} bei / at Q _{max}			50,0 %				
Längste Einschwingzeit / Longest response time	Parameter			Einschwingzeit / settling time				
	t > 6s			8,1 s				
	Standardzeit / standard time			10,0 s				
	t < 60s			81 s				
Einstellgenauigkeit des Verschiebungsfaktors bzw. Blindleistung/ Positioning accuracy of power factor or reactive power	Sollwert / set point			Istwert / measured value				
	25 kVAr / -25 kVAr @ 6s			25,51 kVAr / -25,33 kVAr @ 6s				
	-			-				
Anmerkung / remark :	25 kVAr / -25 kVAr @ 60 s			24,49 kVAr / -24,69 kVAr @ 60 s				
	Soweit Q(U) und Q(P)-Regelung geprüft wurden, sind diese im Prüfbericht hinterlegt. If Q(U) and Q(P) control was tested, please see test report.							

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-21010_02_R1 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-21010_02_R1

Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

measured by: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Datum/ Date: 2022-09-28

Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature 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



6.3 Teil 3: Schutzsystem / Part 3: Protection system

Fronius Tauro 50-3-P (aus [8])

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 3: Schutzsystem / Part 3: protection system	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der TAURO 50-3-P“ „Determination of the electrical properties of the TAURO 50-3-P“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-21010_02_R1	Seite/Page 1/2
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/ 100kW Rated power P_n : 100 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-21010_02_R1	Messzeitraum/ Period of measurement: 17.05.2022 – 29.07.2022

Nennwerten / Rated data:

Nennscheinleistung S_n Rated apparent power S_n	50 kVA	Nennstrom I_n Rated current I_n	144.9 A
Nennfrequenz f_n rated frequency f_n	50 Hz	Nennspannung U_n (P-P) rated Voltage U_n	400V

Trennung der EZE vom Netz / Cut-off from grid

<input checked="" type="checkbox"/> Die Überprüfung der Gesamtwirkungskette führte zu einer erfolgreichen Abschaltung. / The test of the whole trip circuit led to a successful shut down							
	Einstellwert Setting in pu oder/oder Hz		Auslösewert Release value [pu]		Abschaltzeit Release time [s]		Rückfallverhältnis Disengaging ratio
	[pu] / [Hz]	[s]	min.	max.	min	max.	
Spannungssteigerungsschutz / Overvoltage protection: U>	1.00 / 1.30	180 / 0.00	0.995	1.305	0.010	179,9	<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 0.98 <input type="checkbox"/> < 0.98
Spannungssteigerungsschutz / Overvoltage protection: U>>	1.00 / 1.30	0.1 / 0.00	0.996	1.3003	0.020	0.121	--
Spannungsrückgangsschutz / Undervoltage protection: U<	0.10 / 1.00	2.4 / 0.00	0.092	0.995	0.01	2.422	<input checked="" type="checkbox"/> ≤ 1.02 <input type="checkbox"/> > 1.02
Spannungsrückgangsschutz / Undervoltage protection: U<<	0.1 / 1.00	0.8 / 0.00	0.093	0.996	0.020	0.83	--
Frequenzsteigerungsschutz / Overfrequency protection: f>	50.0 / 55.0	5.0 / 0.00	50.05 Hz	55.00 Hz	0.044	5.040	---
Frequenzsteigerungsschutz / Overfrequency protection: f>>	50.0 / 55.0	0.1 / 0.00	49,95 Hz	55.00 Hz	0.046	0.082	---
Frequenzrückgangsschutz / Underfrequency protection: f<	45.0 / 50.0	0.1 / 0.00	45.05 Hz	50.05 Hz	0.044	0.104	---
Eigenzeit der Abschalteinheit/ Operating time of circuit breaker:	18ms		<input checked="" type="checkbox"/> aus Messung by measurement		<input type="checkbox"/> aus Prüfzertifikat by test certificate		

Anhang zum Einheitszertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 3: Schutzsystem / Part 3: protection system	
„Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der TAURO 50-3-P“	
„Determination of the electrical properties of the TAURO 50-3-P“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-21010_02_R1	Seite/Page 2/2
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/ 100kW Rated power P _n : 100 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-21010_02_R1	Messzeitraum/ Period of measurement: 17.05.2022 – 29.07.2022

Nennwerten / Rated data:

Nennscheinleistung S _n Rated apparent power S _n	50 kVA	Nennstrom I _n Rated current I _n	144,9 A
Nennfrequenz f _n rated frequency f _n	50 Hz	Nennspannung U _n (P-P) rated Voltage U _n	400V

Zuschaltbedingungen / Cut-in conditions

	Einstellbereich / Setting range [pu] oder/or [Hz]	Zuschaltung erfolgte im angegebenen Bereich cut in occurred within the given range	
Spannung / Voltage:	0,8 – 1,0 [pu] // 0.90	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes
Frequenz / Frequency:	0,0 – 100,0 [Hz] // 47.5	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes

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

	Einstellbereich / Setting range [pu] oder/or [Hz]	Zuschaltung erfolgte im angegebenen Bereich cut in occurred within the given range	
Unterspannung / Undervoltage:	0,8 – 1,0 [pu] // 0.95	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes
Unterfrequenz / Underfrequency:	0,0 – 100,0 [Hz] // 49.9	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes
Überfrequenz / Overfrequency:	0,0 – 100,0 [Hz] // 50.1	<input type="checkbox"/> nein / no	<input checked="" type="checkbox"/> ja / yes

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-21010_02_R1 zusammen.

This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-21010_02_R1

Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Bearbeiter/Engineer : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz

Datum/ Date: 2022-09-28

Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature 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 Einheitenzertifikat gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

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



6.4 Teil 4: Prüfumgebung / Part 4: Test conditions

Fronius Tauro 50-3-P (aus [7])

Auszug aus dem Prüfbericht / Extract from the test report	
Teil 4: Prüfumgebung / Part 4: Test conditions	
„Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften der TAURO 50-3-P“ „Determination of the electrical properties of the TAURO 50-3-P“	
Auszug Nr./ Extract No : SGP-21010_02_R1	Seite/Page 1/1
„Technische Richtlinie Teil 3“ Rev./ Version 25, FGW	
Anlagentyp/Installation type: Zentralwechselrichter /central inverter	Herstellerangaben/Manufacturer's specifications:
Anlagenhersteller/ Manufacturer : Fronius International GmbH	Anlagenart/ Generic type of installation: Zentralwechselrichter /central inverter
	Nennleistung/ 50kW Rated power P_n : 50 kW
Prüfbericht/ test report: SGP-21010_02_R1	Messzeitraum/ Period of measurement: 17.05.2022 – 29.07.2022

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	21,4

Angaben Mittelspannungsnetz (falls zutreffend) / data medium-voltage system (if applicable)	
Kurzschlussleistung / Short Circuit Power	1,07 MVA
Netzimpedanzwinkel / Network impedance phase angle	78,8°
Vereinbarte Versorgungsspannung Agreed service voltage U_G	400V

Tranformatordaten (falls vorhanden) / transformer data (if existing):	
Nennleistung des Transformators / Nominal power of transformer	1 MVA
Rel. Kurzschlussspannung des Transformators / rel. short-circuit voltage of transformer u_k	4,0-5,5%
Stufung des Transformators Tap position of transformer	392,5

Zusätzliche Anpassimpedanz / Additional Impedance D	
Mittelspannungsseitig / medium-voltage side	Primär 2,2 mΩ
Niederspannungsseitig / low-voltage side	Sekundär 28,9 mΩ (148,5 mΩ gesamt)

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht fasst die Ergebnisse des Prüfberichtes Nr. SGP-21010_02_R1 zusammen.
This extract from the test report summarizes the results of the test report No. SGP-21010_02_R1
Gemessen durch: Roland Bründlinger ; Joachim Schulz
measured by : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz
Bearbeiter/Engineer : Roland Bründlinger ; Joachim Schulz
Datum/ Date: 2022-09-28
Konformitätsstempel/stamp of conformity

Unterschrift/Signature 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.



7 Zertifizierungsrelevante Parameter

(gemäß Herstellererklärung)

Sicherheits- und Netzanforderungen

Allgemein

Startup and Reconnection

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		Ein	
Ramp-Up at Startup and Reconnection Rate	[0.001 - 100]	0.16	%/s

Ramp-Up Irradiation

Option	Limits	Value	Unit
Ramp-Up Irradiation		Aus	
Ramp-Up Irradiation Rate	[0 - 200]	0.167	%/s

Ramp-Down Irradiation

Option	Limits	Value	Unit
Ramp-Down Irradiation		Aus	
Ramp-Down Irradiation Rate	[0 - 200]	0.167	%/s

Ramp-Up Communication

Option	Limits	Value	Unit
Ramp-Up Communication		Aus	
Ramp-Up Communication Rate	[0 - 100]	0.3	%/s

Ramp-Down Communication

Option	Limits	Value	Unit
Ramp-Down Communication		Aus	
Ramp-Down Communication Rate	[0 - 100]	0.3	%/s

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Netz- und Anlagenschutz

Netztyp

Option	Limits	Value	Unit
Grid Mode		CHANNELS.WYE_ROW	

Voltage

Inner Limits

Option	Limits	Value	Unit
Undervoltage U<	[0 - 311]	184	V
Undervoltage Time U<	[0 - 1000]	0.96	s
Overvoltage U>	[0 - 311]	287.5	V
Overvoltage Time U>	[0 - 1000]	0.06	s

Middle Limits

Option	Limits	Value	Unit
Voltage Middle Limits		Aus	
Undervoltage U<	[0 - 311]	190	V
Undervoltage Time U<	[0 - 1000]	0.18	s
Overvoltage U>	[0 - 311]	270	V
Overvoltage Time U>	[0 - 1000]	0.18	s

Outer Limits

Option	Limits	Value	Unit
Voltage Outer Limits		Ein	
Undervoltage U<<	[0 - 311]	103.5	V
Undervoltage Time U<<	[0 - 1000]	0.26	s
Overvoltage U>>	[0 - 311]	287.5	V
Overvoltage Time U>>	[0 - 1000]	0.06	s

Long Time Average Limit

Option	Limits	Value	Unit
Long Time Average Limit		Aus	
Overvoltage U>	[0 - 311]	253	V
Overvoltage Averaging Time U>	[0 - 15300]	540	s

Fast Overvoltage Disconnect

Option	Limits	Value	Unit
Fast Overvoltage Disconnect Threshold	[0 - 200]	135	%V
Fast Overvoltage Disconnect Time	[0.0001 - 0.02]	0.0005	s

Anhang zum Einheitenzertifikat

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 - 311]	207	V
Startup Maximum Voltage	[0 - 311]	253	V
Reconnection Minimum Voltage	[0 - 311]	218.5	V
Reconnection Maximum Voltage	[0 - 311]	253	V

Frequency

Inner Limits

Option	Limits	Value	Unit
Underfrequency f<	[45 - 66]	47.5	Hz
Underfrequency Time f<	[0 - 1000]	0.06	s
Overfrequency f>	[45 - 66]	51.5	Hz
Overfrequency Time f>	[0 - 1000]	4.96	s

Outer Limits

Option	Limits	Value	Unit
Frequency Outer Limits		Ein	
Underfrequency f<<	[45 - 66]	47.5	Hz
Underfrequency Time f<<	[0 - 1000]	0.06	s
Overfrequency f>>	[45 - 66]	52.5	Hz
Overfrequency Time f>>	[0 - 1000]	0.06	s

Alternative Limits

Option	Limits	Value	Unit
Frequency Alternative Limits		Aus	
Underfrequency f<	[45 - 66]	49.5	Hz
Underfrequency Time f<	[0 - 1000]	0.1	s
Overfrequency f>	[45 - 66]	50.5	Hz
Overfrequency Time f>	[0 - 1000]	0.1	s

Anhang zum Einheitenzertifikat

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 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

Rate of Change of Frequency (RoCoF) Protection

Option	Limits	Value	Unit
Rate of Change of Frequency (RoCoF) Protection		Aus	
RoCoF Limit	[0.05 - 99]	2.5	Hz/s
RoCoF Time	[0.05 - 16]	0.3	s

DC Injection

Inner Limit

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

Outer Limit

Option	Limits	Value	Unit
Mode		Absolute Value	
DC Current Absolute Value	[0 - 10]	0.9	A
DC Current Relative Value	[0 - 10]	0.5	%A
DC Injection Time	[0 - 10]	0.18	s



Phase Balance Protection

Option	Limits	Value	Unit
CHANNELS.ACBRIDGE_MODE_ASYMMETRY_CHECK_U16		Aus	
CHANNELS.ACBRIDGE_CURRENT_ASYMMETRY_MAX_F32	[0 - 10000]	21.7	A
CHANNELS.ACBRIDGE_TIME_ASYMMETRY_MAX_F32	[0.1 - 1000]	10	s

Netzstützende Funktionen

Voltage Fault Ride Through

Option	Limits	Value	Unit
Mode		Ein	

Region 1

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

Region 2

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

Region 3

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



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	%

Active Power

Voltage-dependent Power Control

Option	Limits	Value	Unit
Mode		Aus	
Activation Threshold Overvoltage	[208 - 311]	253	V
Gradient Overvoltage	[0.01 - 100]	8.7	%/V
Calculation Mode		$P_{max} = P_n - P_n(k \cdot dV)$	
Active Grid Support		Aus	
Activation Threshold Undervoltage	[0 - 311]	0	V
Gradient Undervoltage	[0 - 100]	0	%/V
Time Constant (τ)	[0 - 600]	5	s
Stop at Voltage in Overvoltage	[0 - 311]	270	V
Power at Stop Voltage at Overvoltage	[0 - 100]	0	%
Stop Voltage at Undervoltage	[200 - 311]	220	V
Power at Stop Voltage at Undervoltage	[0 - 100]	100	%
Activation Delay	[0.5 - 60]	0.5	s
Reset Delay	[0 - 60]	0	s

Frequency-dependent Power Control

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

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



Frequency-dependent Power Control - Overfrequency

Option	Limits	Value	Unit
Calculation Mode Overfrequency		$P_{max} = P_m - P_m(k \cdot df)$	
Option	Limits	Value	Unit
Activation Threshold Overfrequency	[45 - 66]	50.2	Hz
Gradient Overfrequency	[0.01 - 300]	40	%/Hz
Stop Frequency Overvoltage	[45 - 66]	52	Hz
Power at Stop Frequency - Underfrequency	[-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		Ein	
Calculation Mode Underfrequency		$P_{max} = P_m - P_n(k \cdot df)$	
Option	Limits	Value	Unit
Activation Threshold Underfrequency	[45 - 66]	49.8	Hz
Gradient Underfrequency	[0 - 100]	40	%/Hz
Stop Frequency Undervoltage	[45 - 66]	48	Hz
Power at Stop Frequency Undervoltage	[-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
Deactivation Time	[0 - 600]	60	s
Initial Delay	[0 - 60]	0.5	s
Time Constant (τ)	[0 - 60]	0	s

Frequency-dependent Power Control - Battery SoC Limitation for Grid Support

General - Active Power

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

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



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

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	

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
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 - General

Option	Limits	Value	Unit
Lock-Out P-Dependent (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	0	%W
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
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

Anhang zum Einheitenzertifikat

gemäß Netzanschlussregel VDE-AR-N 4110

Annex to the unit certificate

according to the grid code VDE-AR-N 4110



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 - 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
Lock-Out P-Dependent (% of Nominal Apparent Power)	[0 - 100]	0	%W
Time Constant (τ)	[0.01 - 60]	1	s

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]	92	%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]	100	%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]	-100	%var

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

Option	Limits	Value	Unit
Option	Limits	Value	Unit
Voltage (% of Nominal Voltage)	[50 - 150]	108	%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
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
Time Constant (τ)	[0.01 - 60]	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



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
Wirkleistungsabgabe und Netzsicherheitsmanagement	Bemerkung 2, 3	P
Wirkleistungsabgabe in Abhängigkeit der Netzfrequenz	-	P
Zuschaltbedingungen	Bemerkung 2	P
Dynamische Netzstützung	-	P
Kurzschlussstrombeitrag der Erzeugungseinheit	-	P
Schutz	Bemerkung 4	P (mit Einschränkung)
Simulationsmodelle	-	P

Mögliche Prüfergebnisse

Prüfung nicht anwendbar	N/A
Prüfung erfüllt (positiv)	P (Pass)
Prüfung nicht erfüllt (negativ)	F (Fail)

Bemerkung:

- Die $Q(P)$ -Kennlinie wurde im Rahmen der Einheitszertifizierung nicht bewertet. Sie wurde in [7] nicht vermessen.
Informativ: Die Messung der $Q(P)$ -Kennlinie ist nach FGW TR3 Rev 25 Abschnitt 4.2.6 optional.
- Die gemessenen maximalen Wirkleistungsgradienten liegen geringfügig über dem Grenzwert von 0,66% $P_{E/s}$. Um die Einhaltung des Grenzwerts zu gewährleisten, sollten keine Wirkleistungsgradienten über 0,64% $P_{E/s}$ eingestellt werden.
- Es ist nur ein Sollwertkanal vorhanden. Die Priorisierung unterschiedlicher Sollwerte muss bei Bedarf auf EZA-Ebene z.B. im überlagerten EZA-Regler stattfinden
- Die PV-Inverter Fronius Tauro 50-3-D und 50-3-P haben keine Prüfvorrichtung (z.B. Klemmleiste) zur Überprüfung der parametrisierten Schutzfunktionen. Bei Einsatz dieser PV-Inverter in EZA, die ins Mittelspannungsnetz einspeisen, ist daher ein „externer“ bzw. „zwischen gelagerter“ Entkopplungsschutz der Erzeugungseinheiten (NA-Schutz) vorzusehen.

M. Zweiböhmer
M. Zweiböhmer



Offenbach, 2023-03-06, VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH