

EINHEITENZERTIFIKAT

Zertifikatsnr.:
TC-GCC-TR8-01767-0

Ausgestellt:
2016-07-05

Gültig bis:
2021-06-13

Ausgestellt für:

SUN2000-36KTL and SUN2000-42KTL

Spezifiziert in Anhang 2

Hersteller:

Huawei Technologies Co., Ltd.

Bantian, Longgang District,
Shenzhen 518129,
P.R. China

Gemäß:

**BDEW:2008-06 Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen
am Mittelspannungsnetz**

**FGW TR8:2016-03 Technische Richtlinie für
Erzeugungseinheiten und -anlagen, Teil 8**

Zugehörige Dokumente:

CR-GCC-TR8-01703-A065-0	Certification report: Model Validation GCC, vom 2016-06-13
CR-GCC-TR8-01703-A066-0	Certification report: Low Voltage Ride-Through, vom 2016-06-13
CR-GCC-TR8-01703-A067-0	Certification report: Control behavior and other Grid Code Requirements, vom 2016-06-13

Wir bestätigen, dass die Erzeugungseinheiten die Anforderungen der BDEW Mittelspannungsrichtlinie sowie der ergänzenden Dokumente aus Anhang 1 erfüllen. Das Simulationsmodell ist in Anhang 3 beschrieben und die Ergebnisse der Typprüfung der Erzeugungseinheiten sind in Anhang 4 zusammengefasst.

Änderungen an der Konstruktion, Software oder dem Qualitätsmanagementsystems des Herstellers müssen von DNV GL bestätigt werden. Die englische Version dieses Zertifikats (TC-GCC-TR8-01703-0) ist verbindlich.

Hamburg, 2016-07-05

Für DNV GL Renewables Certification



Christer Eriksson
Service Line Leader Type Certification



By DAkkS according DIN EN IEC/ISO 17065
accredited Certification Body for products. The
accreditation is valid for the fields of certification
listed in the certificate.

Hamburg, 2016-07-05

Für DNV GL Renewables Certification



Christoph Gude
Project Manager

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 1

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 2 von 27

Bewertungsgrundlagen und normative Verweise für dieses Zertifikat

- /A/ Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz (Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), Ausgabe Juni 2008 (im Folgenden kurz: BDEW Mittelspannungsrichtlinie) ergänzt durch: Regelungen und Übergangsfristen für bestimmte Anforderungen in Ergänzung zur technischen Richtlinie: Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz – Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz (4. Ergänzung BDEW Mittelspannungsrichtlinie), gültig ab 01.01.2013, vom 01.01.2013
- /B/ Technische Richtlinie für Erzeugungseinheiten und -anlagen, Teil 3: Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz, Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien (FGW), Revision 23, vom 01.05.2013
- /C/ Technische Richtlinie für Erzeugungseinheiten und -anlagen, Teil 4: Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien (FGW), Revision 8, vom 01.03.2016
- /D/ Technische Richtlinie für Erzeugungseinheiten und -anlagen, Teil 8: Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz, Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien (FGW), Revision 7, vom 01.03.2016

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 2

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 3 von 27

Schematischer Aufbau und technische Daten der Erzeugungseinheit

1 Schematischer Aufbau der Erzeugungseinheit

Die Erzeugungseinheiten SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL wandeln eklektische Energie von Photovoltaik-Modulen (DC) in dreiphasigen Wechselstrom (AC). Die Leistungsregelung auf der DC-Seite erfolgt durch einen Maximum Power Point (MPP)- Tracking. Der SUN2000-42KTL ist technisch gleichwertig zum SUN2000-36KTL gemäß der Definition der FGW TR8 /D/. Der SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL wurden mit einer Nennwirkleistung von 36 kW bzw. 42 kW getestet und zertifiziert, können aber auch mit einer bis zur Scheinleistungsgrenze von 40 kW bzw. 47 kW gesteigerten Wirkleistungsgrenze betrieben werden.

Die technischen Daten der Erzeugungseinheit sind im folgenden Abschnitt zusammengefasst.

2 Technischen Daten und Hauptkomponenten

2.1 Allgemeiner Daten

Erzeugungseinheit	SUN2000-36KTL	SUN2000-42KTL
Einspeisung	3- phasig	3- phasig
Nennscheinleistung	40 kVA	47 kVA
Nennwirkleistung	36 kW (40 kW)	42 kW (47 kW)
AC-Nennspannung (Phase zu Phase)	400 V	480 V
AC-Nennfrequenz	50 Hz	50 Hz
Beitrag zum Kurzschlussstrom ^{*)}	60,8 A	56,6 A

^{*)} Hierbei handelt es sich um Herstellerangaben. Bei den Spannungseinbruchstests wurden auch höhere Werte ermittelt (s. Anhang 4, Abschnitt 2).

2.2 DC Eingangsgroßen

	SUN2000-36KTL	SUN2000-42KTL
Min. MPP Spannung	250 V	250 V
Max. MPP Spannung	850 V	850 V
Max. DC Eingangsspannung	1100 V	1100 V
Max. DC Eingangsstrom	88 A	88 A

2.3 Wechselrichter-Leistungsteil

	SUN2000-36KTL	SUN2000-42KTL
Hersteller	Huawei	Huawei
Typenbezeichnung	SUN2000-36KTL	SUN2000-42KTL
Art	Transformerless	Transformerless
Taktfrequenz	15 kHz	15 kHz
Art der Leistungsregelung	MPP- Tracking	MPP- Tracking
Softwareversion	V200R002	V200R002

2.4 Einheitentransformator

Der Transformator ist nicht Teil der vermessenen Erzeugungseinheit und war somit nicht Teil der Prüfung.

2.5 Netzschutz

Der Netzschutz ist in der Regelung der Erzeugungseinheit integriert.

2.6 Abschalteinheit

	SUN2000-36KTL	SUN2000-42KTL
Hersteller	Panasonic	Panasonic
Typenbezeichnung	HE1aN-P-DC12V-Y6	HE1aN-P-DC12V-Y6

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 2

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 4 von 27

3 Validiertes Simulationsmodell der Erzeugungseinheit

Das validierte Simulationsmodell des SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL für die Simulation von Spannungseinbrüchen ist in der folgenden Tabelle aufgeführt, welches anhand der Prüfsumme (MD5) eindeutig identifiziert werden kann.

Dateiname	Prüfsumme (MD5)
Huawei_36kW(42kW)_v1_1_Enc.pfd	6bfad123cb3c49217f7034754c2be990

Weiterführende Erklärungen zum Simulationsmodell sind in Anhang 3 dieses Zertifikats und im Prüfbericht CR-GCC-TR8-01703-A065-0 enthalten.

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 2

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 5 von 27

4 Übersicht wichtiger Parameter der Erzeugungseinheit

Parameter- beschreibung	Ein- heit	Parameter- name in der Software	Stand- ardwert	Min.	Max.	Schritt- weite	Anmerkung
Verhalten bei Störungen im Netz							
LVRT- Schwelle	V	LVRT threshold	0,8	0,5	0,9	0,0001	
LVRT- Rückfallschwelle	p.u.		0,82				Dieser Parameter ist fest bei LVRT- Schwelle+0.02
k-Faktor		Scale of LVRT reactive current compensation	2	0	3	0,1	
Spannungstot- band							Wechselrichter hat diesen Parameter nicht (s. LVRT- Schwelle).
Gradient für Wirkleistungs- steigerung nach Fehlerklärung	p.u./s		0,3	-	-	-	Kann nicht über Anzeige eingestellt werden
Wirkleistung durch Sollwertvorgabe							
Sollwertvorgabe		Mode of active power limitation					Zwei Typen: 1.P fix 2.P/Pn (2 Einstell- methoden:"communicate" und "parameter")
Für P/Pn Charakteristik		Percentage of active power derating	100%	0%	100%	0,10%	
Gradienten der Wirkleistungsbegr enzung		Active power reduction gradient	5%	0,50%	50%	0,10%	Gradientenbeschreibung. Verzögerung innerhalb 10ms.
Verhalten bei P=0	Schaltet sich nicht ab, es wird eine Leistung von 0~200W eingespeist.						
Bezeichnung der möglichen Schnittstellen	Es gibt 2 Möglichkeiten P/Pn vorzugeben: 1. "communicate": Der Wechselrichter wartet auf Sollwertvorgaben von Netzbetreiber (P oder P/Pn) und stellt diese ein. Das Signal sollte kontinuierlich anliegen. Sollte innerhalb von 10 Minuten kein Signal empfangen werden, kehrt der Wechselrichter in den Standardbetriebsmodus zurück, was maximale Wirkleistung und keine Blindleistung bedeutet. 2. "parameter", wie andere Parametereinstellungen, dies wird eingestellt und entsprechend vom Wechselrichter umgesetzt.						
Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz							
Gradient für Wirkleistungs- reduktion	p.u./ Hz		0,4	NA	NA	NA	Kann nicht über Anzeige eingestellt werden
Startwert für Wirkleistungs- reduzierung	Hz	Start frequency	50,2	50	52	0,01	Kann nicht über Anzeige eingestellt werden
Schwelle für Rückkehr in Normalbetrieb	Hz	End frequency	50,05	49,9	51	0,01	Kann nicht über Anzeige eingestellt werden

EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 2

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 6 von 27

Parameterbeschreibung	Einheit	Parametername in der Software	Standardwert	Min.	Max.	Schrittweite	Anmerkung
Grenzwerte für die Wiederzuschaltung							
Untere Zuschaltsschwelle für Spannung	V	Lower reconnection threshold voltage	218,5	103,5	218,5	0,1	Nur SUN2000-36KTL
Obere Zuschaltsschwelle für Spannung	V	Upper reconnection threshold voltage	253	230	312,8	0,1	Nur SUN2000-36KTL
Untere Zuschaltsschwelle für Spannung	V	Lower reconnection threshold voltage	456	216	456	0,1	Nur SUN2000-42KTL
Obere Zuschaltsschwelle für Spannung	V	Upper reconnection threshold voltage	528	480	652,8	0,1	Nur SUN2000-42KTL
Untere Zuschaltsschwelle für Frequenz	HZ	Lower reconnection threshold frequency	47,5	42,5	50	0,01	
Obere Zuschaltsschwelle für Frequenz	HZ	Upper reconnection threshold frequency	50,05	50	56	0,01	
Wirkleistungsgradient bei Wiederzuschaltung	s	Soft startup time after grid failure	600	20	800	1	Bezeichnet als "Soft startup time after grid failure" und beschreibt wie lange der Wechselrichter benötigt, die Nennleistung zu erreichen.
Blindleistungsbereitstellung							
Angabe der möglichen Blindleistungsmodi (Q(fest), cos ϕ ,...)		Mode of reactive power compensation	4 Modi: 1. Q fix 2. cos ϕ (2 Möglichkeiten: "communicate" und "parameter") 3. cos ψ -P/Pn Kurvenverlauf 4. Q-U Kurvenverlauf				
Blindleistungsbereitstellung nach Sollwertvorgabe	VAR/V A	PF of reactive power derating	Wie Wirkleistungsreduktion nach Sollwertvorgabe, cos ϕ auch 2 Möglichkeiten: "communicate" und "parameter", Details in Beschreibung oben				
Wirkleistungsreduzierung zugunsten Blindleistungsbereitstellung		-	Blindleistungsbereitstellung hat Vorrang				
Parametrierbarkeit der Einstelldynamik (Verzögerungen, Gradienten,...)	s	Reactive power adjustment time	10	5	120	1	Gradient = 1.0 / Blindleistungseinstellzeit. Nur "Q(U) curve type" verwendet diesen Gradienten, andere nicht.
Für cos ϕ Charakteristik			1	-0,8	0,8	0,001	
Für Q(U) Charakteristik: Möglichkeiten der Parametrierbarkeit	[p.u., p.u.]	PF of reactive power derating	1	-0,8	0,8	0,001	Einstellung über [U, Q]-Stützstellen des Kurvenverlaufs.
Für cos ϕ (P) Charakteristik: Möglichkeiten der Parametrierbarkeit	[p.u., p.u.]	Points of Q-U curve	[0.98,-0.31] [1.06,0.31]	[0.8,-0.5]	[1.15,0.5]	[0.001, 0.001]	Einstellung über [P, cos ϕ]- Stützstellen des Kurvenverlaufs.

EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 2

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 7 von 27

Parameterbeschreibung	Einheit	Parametername in der Software	Standardwert	Min.	Max.	Schrittweite	Anmerkung	
Schutzfunktion								
1. Überspannungsschutz U>	V	Level-1 OV protec.	253	230	312,8	0,1	Nur SUN2000-36KTL	
1. Überspannungsschutz U>	V	Level-1 OV protec.	528	480	652,8	0,1	Nur SUN2000-42KTL	
1. Überspannungsschutz t U>	ms	Level-1 OV protec. Time	50000	50	60000 0	1		
2. Überspannungsschutz U>>	V	Level-2 OV protec.	276	230	312,8		Nur SUN2000-36KTL	
2. Überspannungsschutz U>>	V	Level-2 OV protec.	576	480	652,8	0,1	Nur SUN2000-42KTL	
2. Überspannungsschutz t U>>	ms	Level-2 OV protec. Time	100	50	60000 0	1		
1. Unterspannungsschutz U<	V	Level-1 UV protec.	184	69,00	230,00	0,1	Nur SUN2000-36KTL	
1. Unterspannungsschutz U<	V	Level-1 UV protec.	384	144	480	0,1	Nur SUN2000-42KTL	
1. Unterspannungsschutz t U<	ms	Level-1 UV protec. Time	1500	50	60000 0	1		
2. Unterspannungsschutz U<<	V	Level-2 UV protec.	103,5	69,00	230,00		Nur SUN2000-36KTL	
2. Unterspannungsschutz U<<	V	Level-2 UV protec.	216	144	480		Nur SUN2000-42KTL	
2. Unterspannungsschutz t U<<	ms	Level-2 UV protec. Time	300	50	60000 0	1		
3. Unterspannungsschutz U<<<	p.u.	-	-	-	-	-		
3. Unterspannungsschutz t U<<<	ms	-	-	-	-	-		
Überfrequenzschutz f>	Hz	Level-1 OF protec.	51,5	50,00	57,50	0,01		
Überfrequenzschutz t f>	ms	Level-1 OF protec. Time	100	50	60000 0	1		
Unterfrequenzschutz f<	Hz	Level-1 UF protec.	47,5	42,50	50,00	0,01		
Unterfrequenzschutz t f<	ms	Level-1 UF protec. Time	100	50	60000 0	1		
Auswertung der Leiter-Leiter- oder Leiter-Erde-Spannung		Leiter-Erde-Spannung						Nur SUN2000-36KTL
Auswertung der Leiter-Leiter- oder Leiter-Erde-Spannung		Leiter-Leiter-Spannung						Nur SUN2000-42KTL
Logische UND- oder ODER-Verknüpfung	ODER							
Eigenschutzwerte	Siehe Anhang 4, Anhang 4							

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 3

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 8 von 27

Beschreibung des Simulationsmodells und der Modellvalidierung

1 Beschreibung des Simulationsmodells

Das Simulationsmodell der Erzeugungseinheit basiert auf der Software PowerFactory von DIgSILENT. Für die Bewertung wurde die Softwareversion 15.1.2 verwendet. Das Simulationsmodell ist geeignet für die Simulation der dynamischen Netzstützung und des Netzschutzes.

Simulationen für die Photovoltaik-Wechselrichter SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL können mit dem Simulationsmodell durchgeführt werden. Die Sollwerte für Wirk- und Blindleistung können direkt im statischen Generator eingestellt werden. Weitere Parameter für die dynamische Netzstützung wie den k-Faktor können im dem DSL-Modell „Idq_Control“ geändert werden.

Im Simulationsmodell ist auch der geforderte Netzschutz (Über- und Unterspannung; Über- und Unterfrequenz) implementiert. Die Einstellungen des Schutzes können im DSL-Modell „Protection“ geändert werden.

Die dynamische Netzstützung ist gemäß den Anforderungen für Photovoltaik-Wechselrichter der BDEW Mittelspannungsrichtlinie /A/ implementiert. Zusätzlich ist die Funktion „Wirkleistungsreduzierung bei Überfrequenz“ im Simulationsmodell gemäß BDEW Mittelspannungsrichtlinie /A/ implementiert. Hinsichtlich der weiteren geforderten Charakteristiken, wie in der FGW TR4 /C/ beschrieben, wird auf den messtechnischen Nachweis verwiesen.

In der Standardkonfiguration ist das Simulationsmodell für den SUN2000-36KTL parametrisiert. In der Modellbeschreibung sind die notwendigen Änderungen beschrieben, um Simulationen für den SUN2000-42KTL durchzuführen.

2 Simulation von Spannungseinbrüchen

Mit dem Simulationsmodell kann das Verhalten der Erzeugungseinheit bei drei- und zweiphasigen Spannungseinbrüchen simuliert werden. Die Spannungseinbrüche wurden in der Simulation wie auch bei den realen Messungen mit Hilfe einer programmierbaren Spannungsquelle realisiert. Die Bewertung der Simulationsergebnisse, wie auch die Bewertung der Messungen der Spannungseinbruchstests, wurde an den Anschlussklemmen der Erzeugungseinheit durchgeführt.

Die Validierung des Simulationsmodells wurde für die Photovoltaik Wechselrichter SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL durchgeführt. Das Simulationsmodell wurde für drei- und zweiphasige Spannungseinbrüche gemäß den Anforderungen der FGW TR4 /C/ validiert. Es wurden mit dem Simulationsmodell Spannungseinbrüche simuliert, die anschließend mit den Spannungseinbrüchen verglichen wurden, die an einem realen SUN2000-36KTL durchgeführt wurden. Das Simulationsmodell verwendet die Blindstromcharakteristik gemäß BDEW Mittelspannungsrichtlinie während Spannungseinbrüchen. In keiner der durchgeführten Validierungen wurden die Toleranzen der FGW TR4 /C/ überschritten.

Des Weiteren wurde die Verwendbarkeit des Modells für die Anlagenzertifizierung erfolgreich getestet.

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 3

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 9 von 27

3 Abweichungen zwischen Simulation und Messung

Die folgenden Tabellen geben die Abweichungen der Simulationen von den Ergebnissen aus dem Messbericht für drei- und zweiphasige Fehler des SUN2000-36KTL wieder, gemäß den Vorgaben aus Anhang A.1 der FGW TR4. Die Validierungsergebnisse des SUN2000-42KTL sind in dem Zertifizierungsbericht CR-GCC-TR8-01703-A065-0 enthalten.

Testnr. gem. FGW TR3, Abschnitt 4.7 Verhalten während Spannungseinbrüchen - Tabelle 3		Mitsystem												
		P			Q			Ia			Ir			
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	
1.1.1.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,01	-0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	-0,03	0,02	0,03	0,07	0,03
		Post	0,05	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
1.1.2.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,01	-0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	-0,02	0,02	0,03	0,06	0,03
		Post	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
1.2.1.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,00	-0,02	0,00	0,03	0,05	0,03	0,01	0,00	0,01	0,07	0,11	0,07
		Post	0,05	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
1.2.2.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,00	-0,01	0,00	0,04	0,05	0,04	0,01	0,00	0,01	0,08	0,10	0,08
		Post	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
2.1.1.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	-0,01	0,03
		Post	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
2.1.2.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	-0,01	0,03
		Post	0,02	0,00	0,00	0,03	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,03	-0,01	0,01
2.2.1.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,01	0,00	0,01	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,07	0,08	0,07
		Post	0,05	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
2.2.2.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,01	0,01	0,01	0,06	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01	0,07	0,08	0,07
		Post	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
3.1.1.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	-0,04	0,05
		Post	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
3.1.2.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
		Fault	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	-0,03	0,04
		Post	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01
3.1.2.b	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	-0,03	0,04
		Post	0,02	0,00	0,00	0,02	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	-0,01	0,01

EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 3

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 10 von 27

Testnr. gem. FGW TR3, Abschnitt 4.7 Verhalten während Spannungseinbrüchen - Tabelle 3		Mitsystem												
		P			Q			Ia			Ir			
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	
3.1.2.0	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Fault	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
		Post	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.2.1.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Fault	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02
		Post	0,05	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
3.2.2.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Fault	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
		Post	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
4.1.1.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Fault	0,01	0,00	0,01	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	-0,02	0,02
		Post	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
4.1.2.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Fault	0,01	0,01	0,01	0,03	-0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	-0,04	0,04
		Post	0,03	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
4.1.2.b	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Fault	0,01	0,01	0,01	0,04	-0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,07	-0,06	0,07
		Post	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	-0,01	0,01
4.2.1.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Fault	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,04	0,04	0,03
		Post	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
4.2.2.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Fault	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02
		Post	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 3

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 11 von 27

Testnr. gem. FGW TR3, Abschnitt 4.7 Verhalten während Spannungseinbrüchen - Tabelle 3		Gegensystem												
		P			Q			Ia			Ir			
		MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	MXE	ME	MAE	
1.2.1.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fault	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,01	
	Post	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
1.2.2.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fault	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	-0,01	0,01	
	Post	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2.2.1.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fault	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01	
	Post	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2.2.2.	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fault	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01	
	Post	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3.2.1.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fault	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01	
	Post	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
3.2.2.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fault	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01	
	Post	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4.2.1.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fault	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Post	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
4.2.2.a	gem. IEC	Pre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fault	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Post	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 12 von 27

Ergebnisse der Typprüfung der Erzeugungseinheit

1 Allgemeines

Die Messungen wurden an einem SUN2000-36KTL Photovoltaik-Wechselrichter von Huawei Technologies Co., Ltd. durchgeführt. Die Komponenten und Softwareversionen sind in Anhang 2 dieses Zertifikats beschrieben. Die Messergebnisse der Low Voltage Ride Through- Tests (inklusive Tests mit Vorfehlerblindstrom) wurden dokumentiert in dem Messbericht GLGH-4280 16 13964 294-A-0001-C und die Messergebnisse des Betriebs- und Regelverhaltens sowie den Netzurückwirkungen in dem Messbericht GLGH-4280 16 13964 294-A-0002-C.

Einzelne Ergebnisse der Messungen der Erzeugungseinheit sind in den folgenden Abschnitten angegeben, sowie in den Auszügen zum Messbericht, die diesem Zertifikat angehängt sind:

GLGH-4280 16 13964 294-S-0001-A Auszug aus dem Bericht "Determination of the electrical properties of the HUAWEI SUN2000-36KTL".
(Seiten 22/27 bis 27/27 dieses Anhangs)

Der SUN2000-42KTL ist technische gleichwertig zum SUN2000-36KTL gemäß der Definition des FGW TR8 /D/. Folglich können die Messergebnisse es Huawei SUN2000-36KTL auf den SUN2000-42KTL übertragen werden, indem die Ergebnisse auf den entsprechenden Referenzwert bezogen werden. Dies ist in den folgenden Abschnitten angegeben und wird in unseren Zertifizierungsberichten CR-GCC-TR8-01703-A066-0 und CR-GCC-TR8-01703-A067-0 im Detail erklärt.

2 Verhalten der Erzeugungseinheit bei drei- und zweiphasigen Spannungseinbrüchen

In dem Messbericht GLGH-4280 16 13964 294-A-0001-C wurden die Kurzschlussströme aus den Messungen an dem Huawei SUN2000-36KTL bestimmt. In den folgende Tabellen sind die nach FGW TR3 geforderten Werte zusammengefasst. Diese umfassen:

- Halbschwingungseffektivwert (RMS; erste Spalte der Kurzschlusswerte) und Scheitelwerte (zweite Spalte) bei t_0 (Fehlereintritt);
- Ein-Perioden Wert im Mit- (erste Spalte) und Gegensystem (zweite Spalte) bei t_1 (150 ms nach Fehlereintritt);
- Ein-Perioden Wert im Mit- (erste Spalte) und Gegensystem (zweite Spalte) bei t_2 (20 ms vor Spannungswiederkehr);

Es handelt sich bei den angegebenen Halbschwingungseffektiv (RMS)- und Scheitelwerten jeweils um den maximal aufgetretenen Wert der drei Phasen auf der Niederspannungsseite (400 V) der bei Teil- und Vollast durchgeführten drei- und zweiphasigen Spannungseinbruchstests, bezogen auf einen Nennstrom von $I_{n,AC} = 51,96$ A. Aufgrund der technischen Gleichwertigkeit können diese maximalen Kurzschlussströme auch für den SUN2000-42KTL mit 42 kW verwendet werden, wenn die Kurzschlussströme auf den Nennstrom von $I_{n,AC} = 50.52$ A bezogen werden.

EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 13 von 27

Tabelle 2-1: Maximalwerte der Kurzschlussstrombeiträge bei dreiphasigen Spannungseinbrüchen mit $k=2$.

Zeitspannung	Restspannung	k-Faktor	Kurzschlussströme [p.u.]	
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	0%	2	1,04	1,64
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			0,98	0,03
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			1,03	0,00
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	25%	2	1,01	1,56
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			1,04	0,00
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			1,04	0,01
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	50%	2	0,83	1,32
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			0,92	0,00
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			0,93	0,01
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	75%	2	1,04	1,54
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			0,80	0,00
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			0,80	0,01

EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 14 von 27

Tabelle 2-2: Maximalwerte der Kurzschlussstrombeiträge bei zweiphasigen Spannungseinbrüchen mit $k=2$.

Zeitspannung	Restspannung	k-Faktor	Kurzschlussströme [p.u.]	
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	0%	2	0,46	0,79
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			0,43	0,03
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			0,44	0,03
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	25%	2	0,37	0,80
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			0,45	0,01
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			0,45	0,02
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	50%	2	0,38	0,96
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			0,45	0,01
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			0,45	0,01
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	75%	2	0,24	0,43
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			0,26	0,00
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			0,26	0,01

EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 15 von 27

Tabelle 2-3: Maximalwerte der Kurzschlussstrombeiträge bei dreiphasigen Spannungseinbrüchen mit $k=0$ und $k=3$.

Zeitspannung	Restspannung	k-Faktor	Kurzschlussströme [p.u.]	
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	50%	0	0,28	0,52
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			0,15	0,00
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			0,14	0,01
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	50%	3	1,02	1,53
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			1,05	0,00
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			1,04	0,01
$t_0 = 0$ s (RMS- und Scheitelwerte)	75%	3	0,63	1,00
$t_1 = 150$ ms (Mit- und Gegensystem)			0,67	0,00
$t_2 = 20$ ms vor Spannungswiederkehr (Mit- und Gegensystem)			0,67	0,02

EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 16 von 27

3 Blindleistungsvermögen der Erzeugungseinheit

Die maximale Blindleistung (induktiv und kapazitiv) wurde über den gesamten Wirkleistungsbereich von 0 % bis 100 % P_n in 10 % P_n Schritten vermessen. Der SUN2000-36KTL kann eine maximale Blindleistung von 24 kvar kapazitiv und induktiv (beides im Erzeugungszählpeilsystem) bis 32 kW bereitstellen. Über 32 kW reduziert sich das Blindleistungsvermögen aufgrund des Erreichens der maximalen Scheinleistung von 40 kVA. Die Ergebnisse der Messungen als auch der Herstellerangaben sind in Abbildung 3-1 dargestellt und in Tabelle 3-1 angegeben.

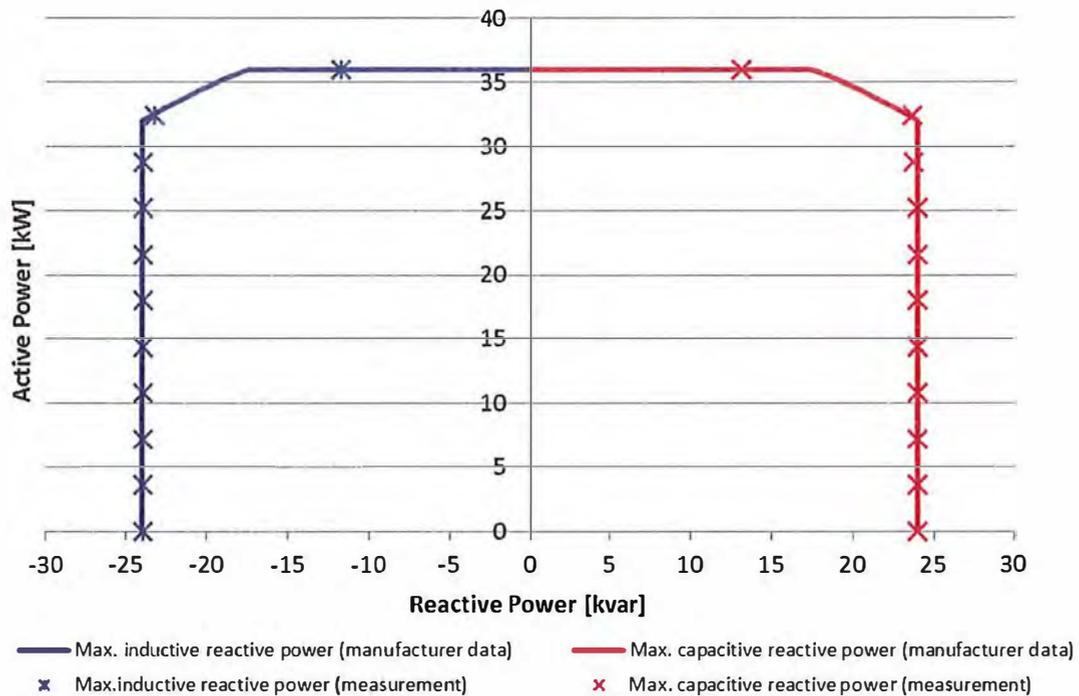


Abbildung 3-1: Blindleistungsvermögen des SUN2000-36KTL gemäß Messergebnisse und Herstellerangaben mit einer maximalen Wirkleistung begrenzt auf 36kW (Erzeugerzählpeilsystem).

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 17 von 27

Tabelle 3-1 Blindleistungsvermögen des SUN2000-36KTL gemäß Messergebnisse und Herstellerangaben mit einer Wirkleistung begrenzt auf 36 kW (Erzeugerzählpeilsystem).

P [p.u.]	P [kW]	Q _{max} Messung [kvar]		Q _{max} Herstellerangaben [kvar]	
		kapazitiv	induktiv	kapazitiv	induktiv
0.00	0.00	23.94	-23.93	24.00	-24.00
0.10	3.60	23.95	-23.93	24.00	-24.00
0.20	7.20	23.95	-23.92	24.00	-24.00
0.30	10.80	23.95	-23.92	24.00	-24.00
0.40	14.40	23.95	-23.92	24.00	-24.00
0.50	18.00	23.95	-23.92	24.00	-24.00
0.60	21.60	23.96	-23.92	24.00	-24.00
0.70	25.20	23.97	-23.92	24.00	-24.00
0.80	28.80	23.69	-23.92	24.00	-24.00
0.90	32.40	23.68	-23.23	23.46	-23.46
1.00	36.00	13.11	-11.73	17.44	-17.44

Das Blindleistungsvermögen wurde auch für den SUN2000-36KTL mit einer auf 40 kW gesteigerten maximalen Wirkleistung getestet. Die Ergebnisse der Messungen als auch der Herstellerangaben sind in Abbildung 3-2 dargestellt und in Tabelle 3-2 angegeben.

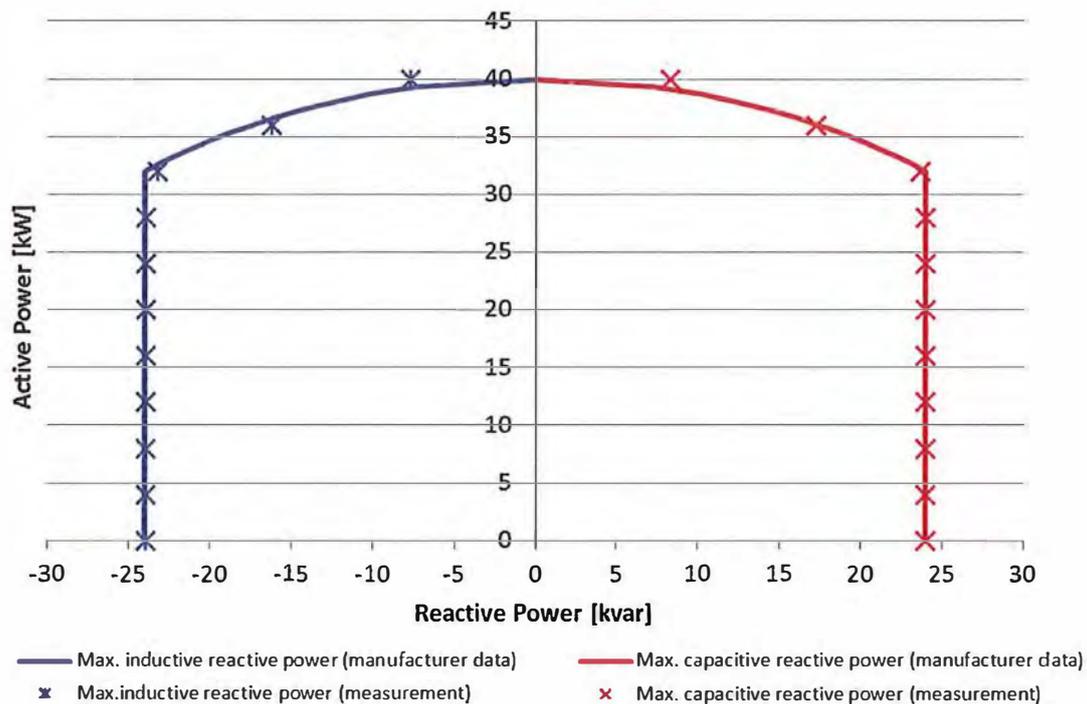


Abbildung 3-2: Blindleistungsvermögen des SUN2000-36KTL gemäß Messergebnisse und Herstellerangaben mit einer maximalen Wirkleistung begrenzt auf 40 kW (Erzeugerzählpeilsystem).

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 18 von 27

Tabelle 3-2 Blindleistungsvermögen des SUN2000-36KTL gemäß Messergebnisse und Herstellerangaben mit einer Wirkleistung begrenzt auf 40 kW (Erzeugerzählpeilsystem).

P [p.u.]	P [kW]	Q _{max} Messung [kvar]		Q _{max} Herstellerangaben [kvar]	
		kapazitiv	induktiv	kapazitiv	induktiv
0.00	0.00	23.94	-23.93	24.00	-24.00
0.10	4.00	23.95	-23.93	24.00	-24.00
0.20	8.00	23.95	-23.92	24.00	-24.00
0.30	12.00	23.95	-23.92	24.00	-24.00
0.40	16.00	23.95	-23.92	24.00	-24.00
0.50	20.00	23.96	-23.92	24.00	-24.00
0.60	24.00	23.97	-23.92	24.00	-24.00
0.70	28.00	23.96	-23.92	24.00	-24.00
0.80	32.00	23.68	-23.23	24.00	-24.00
0.90	36.00	17.21	-16.22	17.44	-17.44
1.00	40.00	8.28	-7.67	0.00	0.00

Wie von der FGW TR8 /C/ gefordert hat der Hersteller Huawei Technologies Co., Ltd. das Blindleistungsvermögen im normalen Spannungsbereich der Wechselrichter angegeben. Dies ist in der folgenden Abbildung 3-3 für den SUN2000-36KTL dargestellt (maximale Wirkleistung begrenzt auf den Standardwert von 36 kW).

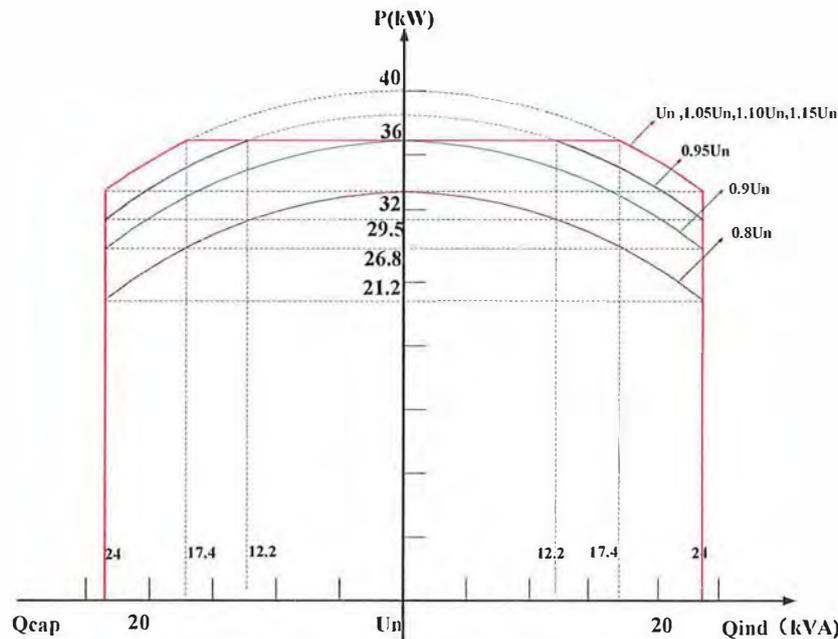


Abbildung 3-3 Blindleistungsvermögen des SUN2000-36KTL (maximalen Wirkleistung begrenzt auf 36 kW) im normalen Spannungsbereich der Wechselrichter gemäß Herstellerangaben.

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 19 von 27

In Abbildung 3-4 ist das Blindleistungsvermögen des SUN2000-36KTL mit einer maximalen Wirkleistung begrenzt auf 40 kW dargestellt.

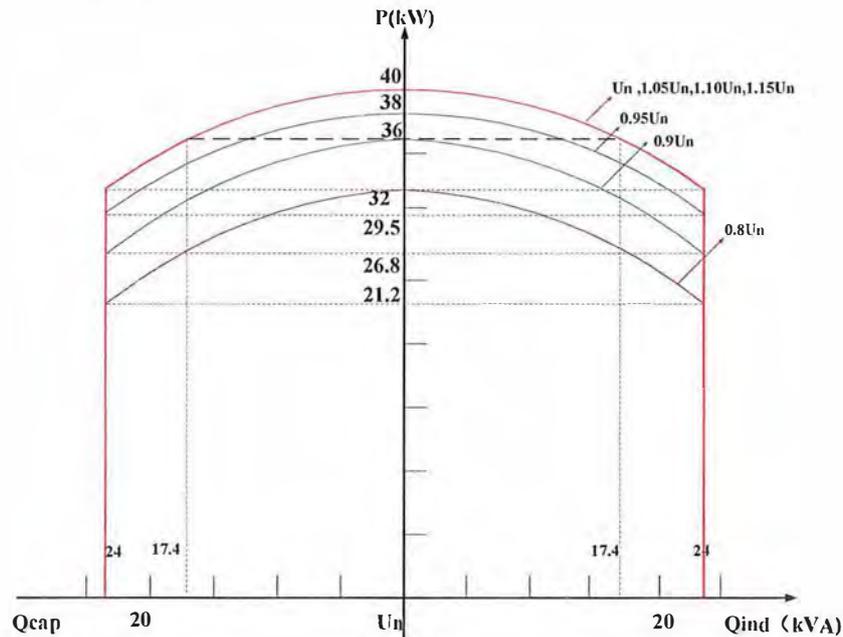


Abbildung 3-4 Blindleistungsvermögen des SUN2000-36KTL (maximalen Wirkleistung begrenzt auf 40 kW) im normalen Spannungsbereich der Wechselrichter gemäß Herstellerangaben.

Das Blindleistungsvermögen des SUN2000-42KTL wurde nicht separat getestet. In Abbildung 3-5 ist das Blindleistungsvermögen des SUN2000-42KTL (maximale Wirkleistung begrenzt auf 42 kW) für den normalen Spannungsbereich dargestellt.

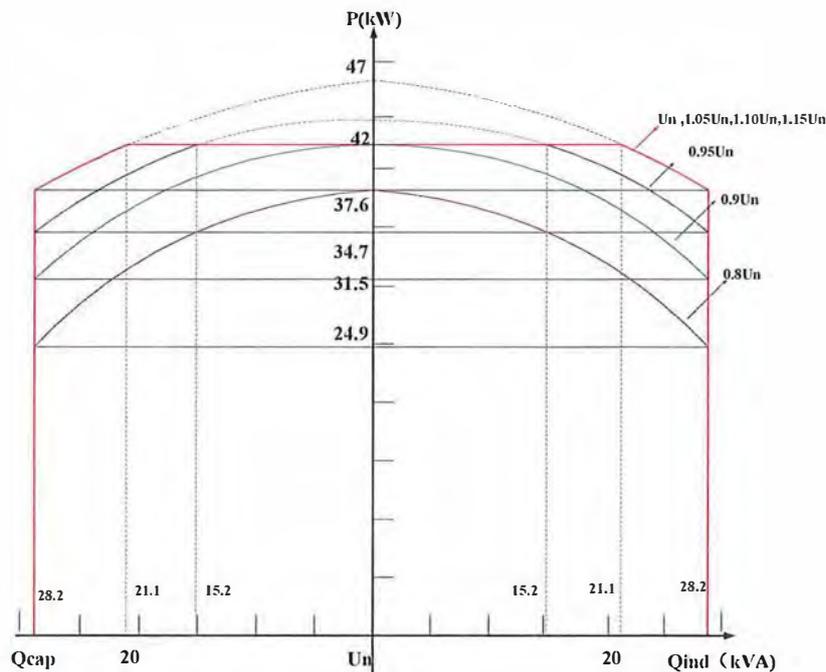


Abbildung 3-5 Blindleistungsvermögen des SUN2000-42KTL (maximalen Wirkleistung begrenzt auf 42 kW) im normalen Spannungsbereich der Wechselrichter gemäß Herstellerangaben.

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 20 von 27

In Abbildung 3-6 das Blindleistungsvermögen des SUN2000-42KTL (maximalen Wirkleistung begrenzt auf 47 kW) für den normalen Spannungsbereich dargestellt.

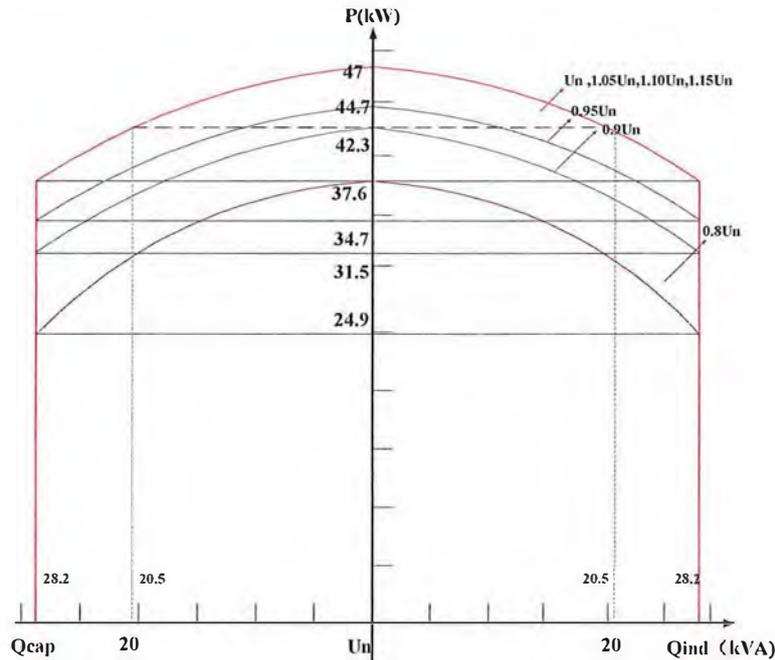


Abbildung 3-6 Blindleistungsvermögen des SUN2000-42KTL (maximalen Wirkleistung begrenzt auf 47 kW) im normalen Spannungsbereich der Wechselrichter gemäß Herstellerangaben.

4 Trennung der Erzeugungseinheit vom Netz

Es wurden Tests zum Nachweis der Trennung der Erzeugungseinheit vom Netz im Falle von Über- und Unterspannung sowie Über- und Unterfrequenz durchgeführt. Um die Auslösezeiten des Schutzsystems zu bestimmen wurden Spannung und Frequenz mittel Netzsimulator geändert. Die Tests wurden gemäß FGW TR3 durchgeführt und erfüllen die Anforderungen der FGW TR8. Die Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung angegeben.

Protection	Operating point		Operating time *)	
	Set	Measured (min/max)	set	Measured (min/max)
Overtoltage U>	1.20 * U _n	1.20	100 ms	159 ms
Undervoltage U<	0.80 * U _n	0.80	1500 ms	1563 ms
Overfrequency f>	51.5 Hz	51.5 Hz	100 ms	184 ms
Underfrequency f<	47.5 Hz	47.4 Hz	100 ms	199 ms
Operating time at minimum possible time setting	-	-	0 ms	55 ms

The test of the whole trip circuit led to a successful disconnection of the PGU

Abbildung 4-1 Ergebnisse der Tests der Netzschutzeinheit des SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL. Anmerkung: Die Messergebnisse beinhalten bereits die Eigenzeit der Abschalteinheit.

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 21 von 27

Der maximale Unterspannungs- und Überspannungsbereich des SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL ist in Abbildung 4-1 und 4-2 dargestellt.

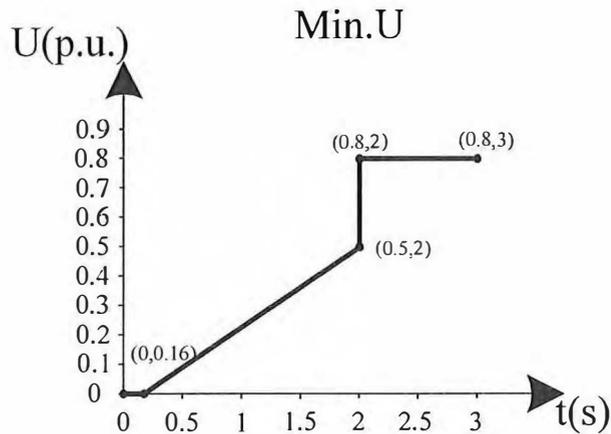


Abbildung 4-2 Maximaler Unterspannungsbereich des SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL.

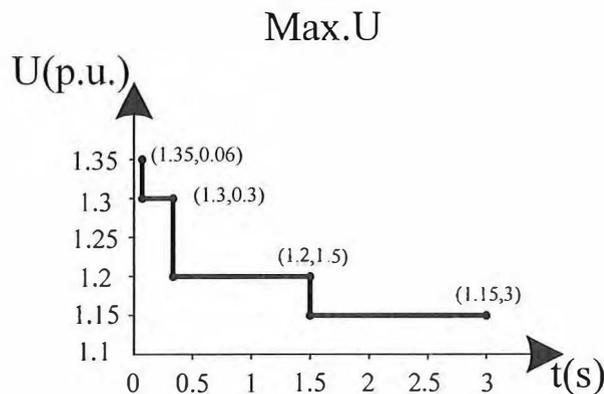


Abbildung 4-3 Maximaler Überspannungsbereich des SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL.

Der maximale Betriebsbereich bezüglich Frequenz ist von 45 Hz bis 55 Hz.

Huawei Technologies Co., Ltd. hat darüber hinaus entsprechende Herstellerdokumentation bezüglich den Anforderungen an die Schutzfunktion von Erzeugungseinheiten der 4. Ergänzung der BDEW Mittelspannungsrichtlinie zur Verfügung gestellt. Die SUN2000-36KTL und SUN2000-42KTL Wechselrichter erfüllen diese Anforderungen mit der Einschränkung, dass die Wechselrichter kein Display haben, um die Schutzeinstellung zu überprüfen. Diese können aber gemäß Herstellerangaben über eine Huawei Smartphone App angezeigt werden.

EINHEITENZERTIFIKAT – ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 22 von 27

5 Auszüge aus dem Testbericht

DNV·GL

Extract from the test report
 "Measurement of power quality characteristics of a solar inverter of the type HUAWEI SUN2000-36KTL according to FGW TR 3 Rev. 23"
 Extract No.: GLGH-4280 16 13964 294-S-0001-B Page 1/6

PGU type:	HUAWEI SUN2000-36KTL	Manufacturer's specifications:	
Manufacturer:	Huawei Technologies Co., Ltd., Bantian, Longgang District, Shenzhen 518129 P.R. China	Generic type of installation:	Solar inverter
Test Report:	GLGH-4280 16 13964 294-A-0002-C	Nominal grid frequency f_g:	50 Hz
Period of measurement:	2016-04-11 – 2016-04-18	Rated power P_n:	36 kW
		Rated apparent power S_n:	40 kVA
		Rated current I_n:	51.96 A
		Nominal phase-to-phase voltage U_n:	400 V
		Reactive power set-point control:	Q=0

Power	600-s-Average	60-s-Average	0,2-s-Average
Active power maxima in kW	$P_{600} = 36.12$	$P_{60} = 36.13$	$P_{0,2} = 36.17$
Relative active power maxima $p = P / P_n$ in p.u.	$p_{600} = 1.00$	$p_{60} = 1.00$	$p_{0,2} = 1.00$

Flicker	30°	50°	70°	85°
Grid impedance angle ψ_k				
Flicker coefficient c (ψ_k)	2.08	1.64	1.07	0.69

Cut-in at cut-in conditions	30	50	70	85
Max. number of switching operations, N_{10}	10 (standard IEC value)			
Max. number of switching operations, N_{120}	120 (standard IEC value)			
Phase angle of grid impedance, ψ_k				
Flicker step factor, k_f (ψ_k)	0.03	0.05	0.05	0.06
voltage change factor, k_u (ψ_k)	0.12	0.10	0.07	0.08
$k_{l,max} = I_{max} / I_n$	0.11			

Cut-in at full load conditions	30	50	70	85
Max. number of switching operations, N_{10}	1 (standard IEC value)			
Max. number of switching operations, N_{120}	12 (standard IEC value)			
Phase angle of grid impedance, ψ_k				
Flicker step factor, k_f (ψ_k)	0.19	0.15	0.10	0.07
voltage change factor, k_u (ψ_k)	0.90	0.69	0.41	0.19
$k_{l,max} = I_{max} / I_n$	1.02			

Cut-off at full load conditions	30	50	70	85
Max. number of switching operations, N_{10}	1 (standard IEC value)			
Max. number of switching operations, N_{120}	12 (standard IEC value)			
Phase angle of grid impedance, ψ_k				
Flicker step factor, k_f (ψ_k)	0.18	0.14	0.09	0.06
voltage change factor, k_u (ψ_k)	0.88	0.66	0.37	0.16
$k_{l,max} = I_{max} / I_n$	1.02			

This test report comprises 6 pages in total. Copyright by the publisher.
 No part of this form may be reproduced in any means without permission of the publisher.



EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 23 von 27

Extract from the test report
 "Measurement of power quality characteristics of a solar inverter of the type HUAWEI
 SUN2000-36KTL ac ording to FGW TR 3 Rev. 23"
 Extract No.: GLGH-4280 16 13964 294-S-0001-B Page 2/6

Harmonics

P _{uh} in %	I _h in % of I _n											Max. of I _h in % of I _n
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
h												
2	0.11	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18
3	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.22
4	0.15	0.17	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.18
5	0.27	0.24	0.19	0.09	0.13	0.17	0.21	0.24	0.27	0.29	0.29	0.29
6	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
7	0.18	0.20	0.24	0.19	0.15	0.15	0.15	0.17	0.20	0.22	0.25	0.25
8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
9	0.04	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
11	0.15	0.31	0.26	0.35	0.46	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.53	0.54
12	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
13	0.19	0.19	0.20	0.26	0.38	0.42	0.43	0.44	0.45	0.45	0.46	0.46
14	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
15	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
16	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
17	0.09	0.14	0.16	0.16	0.24	0.29	0.31	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33
18	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
19	0.06	0.13	0.13	0.12	0.18	0.23	0.26	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30
20	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
21	0.02	0.01	0.04	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
22	0.01	0.01	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04
23	0.04	0.04	0.08	0.10	0.11	0.16	0.20	0.22	0.23	0.24	0.24	0.24
24	0.01	0.01	0.03	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04
25	0.03	0.04	0.05	0.08	0.09	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.23	0.23
26	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
27	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
28	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
29	0.03	0.04	0.04	0.06	0.06	0.08	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.18
30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
31	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.17
32	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
33	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
34	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
35	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14	0.14
36	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
37	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.08	0.09	0.11	0.12	0.12
38	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
39	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04
40	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	0.04
41	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.05	0.05	0.08	0.09	0.11	0.11
42	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	0.04
43	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04	0.06	0.08	0.09	0.09
44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.06	0.06
45	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.04	0.06	0.06
46	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.06	0.06
47	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.07	0.10	0.10
48	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
49	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.08
50	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04
THC (%)	0.51	0.60	0.58	0.62	0.77	0.87	0.93	0.98	1.03	1.07	1.11	

This test report comprises 6 pages in total. Copyright by the publisher.
 No part of this form may be reproduced in any means without permission of the publisher.



EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 24 von 27

DNV-GL

Extract from the test report
 "Measurement of power quality characteristics of a solar inverter of the type HUAWEI
 SUN2000-36KTL according to FGW TR 3 Rev. 23"
 Extract No.: GLGH-4280 16 13964 294-S-0001-B Page 3/6

Interharmonics

P _{TH} in %	I _r in % of I _n											Max. of I _r in % of I _n
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
f in Hz												
75	0.07	0.06	0.06	0.06	0.09	0.10	0.08	0.08	0.09	0.08	0.14	0.14
125	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08
175	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05
225	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
275	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
325	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
375	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
425	0.07	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07
475	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
525	0.07	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07
575	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
625	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
675	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
725	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
775	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
825	0.02	0.07	0.05	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07
875	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04
925	0.02	0.07	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.07
975	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04
1025	0.02	0.02	0.07	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.07
1075	0.01	0.01	0.06	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.06
1125	0.01	0.02	0.07	0.05	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.07
1175	0.01	0.02	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.06
1225	0.01	0.02	0.06	0.06	0.07	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.07
1275	0.01	0.02	0.02	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.06
1325	0.01	0.02	0.01	0.06	0.07	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07
1375	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04
1425	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
1475	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
1525	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05
1575	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.07	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.07
1625	0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05
1675	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07
1725	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
1775	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
1825	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
1875	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
1925	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05
1975	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.02	0.04	0.03	0.04	0.05

This test report comprises 6 pages in total. Copyright by the publisher.
 No part of this form may be reproduced in any means without permission of the publisher.



EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 25 von 27

DNV·GL

Extract from the test report
 "Measurement of power quality characteristics of a solar inverter of the type HUAWEI
 SUN2000-36KTL according to FGW TR 3 Rev. 23"
 Extract No.: GLGH-4280 16 13964 294-S-0001-B Page 4/6

Higher Frequencies

P _{MH} in %	D 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100											Max. of I _r in % of I _n
	I _r in % of I _n											
f in Hz												
2100	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.07	0.12	0.08	0.14	0.13	0.16	0.16
2300	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.10	0.09	0.10	0.14	0.20	0.20
2500	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.11	0.12	0.15	0.17	0.17
2700	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07	0.06	0.15	0.10	0.20	0.19	0.20
2900	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.09	0.10	0.12	0.13	0.13
3100	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.07	0.07	0.09	0.13	0.13
3300	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.04	0.07	0.05	0.06	0.07
3500	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
3700	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
3900	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
4100	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
4300	0.01	0.02	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
4500	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
4700	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
4900	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
5100	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
5300	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
5500	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
5700	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
5900	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
6100	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
6300	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
6500	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
6700	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
6900	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7100	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
7500	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
7700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7900	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
8100	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
8300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8900	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

This test report comprises 6 pages in total. Copyright by the publisher.
 No part of this form may be reproduced in any means without permission of the publisher.



EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 26 von 27

DNV·GL

Extract from the test report

"Measurement of power quality characteristics of a solar inverter of the type HUAWEI SUN2000-36KTL according to FGW TR 3 Rev. 23"
 Extract No.: GLGH-4280 16 13964 294-S-0001-B

Page 5/6

Power set point control

Medium possible power gradient after frequency bank	Mean Gradient: - 40.63 % of P_n / Hz	
The unit is able to be run at reduced power	Yes <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Max. deviation of power setting	Exceeding 0.13 %	Undercut -0.16 %
Response time of the power output after a setting	100 to 50% <input type="checkbox"/> 100 to 30% <input checked="" type="checkbox"/>	6.61 s
Reconnection time	n.a.	
Power gradient after disconnection	Mean gradient = 9.49 % von P_n / min Max gradient = 9.51 % von P_n / min	

Provision of reactive power - 36 kW -

Active power bin in % of rated	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Reactive power in kvar, average (Q_0)	0.23	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Reactive power in kvar, average (Q_{cap})	23.94	23.95	23.95	23.95	23.95	23.95	23.96	23.97	23.96	23.68	13.11
Reactive power in kvar, average (Q_{ind})	-23.93	-23.93	-23.92	-23.92	-23.92	-23.92	-23.92	-23.92	-23.92	-23.23	-11.73

Provision of reactive power - 40 kW -

Active power bin in % of rated	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Reactive power in kvar, average (Q_0)	0.23	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05
Reactive power in kvar, average (Q_{cap})	23.94	23.95	23.95	23.95	23.95	23.96	23.97	23.96	23.68	17.21	8.28
Reactive power in kvar, average (Q_{ind})	-23.93	-23.93	-23.92	-23.92	-23.92	-23.92	-23.92	-23.92	-23.23	-16.22	-7.67

Reactive power set-point control

Control of reactive of power through set point signal	<input type="checkbox"/> Power factor	<input checked="" type="checkbox"/> Reactive power
	Set point in kvar	Measured value
	- 24 kvar	50 % of P_n
	- 12 kvar	-23.91 kvar
	- 12 kvar	-11.94 kvar
Positioning accuracy of reactive power	- 24 kvar	12.00 kvar
		23.98 kvar
Longest response time	Max deviation -0.26 % of P_n	
Remark	9.28 s (max ind. to max cap)	

Cut-in conditions

Test	Setpoint	Measured threshold
Undervoltage	95 %	96 %
Underfrequency	47.5 Hz	47.6 Hz
Overfrequency	50.05 Hz	50.04 Hz

This extract summarizes the results of test report GLGH-4280 16 13964 294-A-0002-C.

This test report comprises 6 pages in total. Copyright by the publisher.
 No part of this form may be reproduced in any means without permission of the publisher.



EINHEITENZERTIFIKAT - ANHANG 4

Zertifikatsnr.: TC-GCC-TR8-01767-0

Seite 27 von 27

DNV·GL

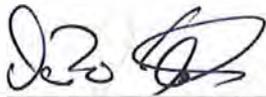
Extract from the test report

"Measurement of power quality characteristics of a solar inverter of the type HUAWEI
SUN2000-36KTL according to FGW TR 3 Rev. 23"
Ext act No.: GLGH-4280 16 13964 294-S-0001-B

Page 6/6

DNV GL Energy
Renewables Advisory
GL Garrad Hassan Deutschland GmbH
Sommerdeich 14b
25709 Kaiser-Wilhelm-Koog
Germany

Date: 2016-06-10
Engineer: Dipl.-Ing. (FH) Tim Heesch
Tel. / Fax: +49 40 36149 3758



Dipl.-Ing. (FH) Marko Ibsch
(Head of Section,
Power Quality)



Dipl.-Ing. (FH) Tim Heesch
(Deputy Head of Section,
Power Quality)

This test report comprises 6 pages in total. Copyright by the publisher.
No part of this form may be reproduced in any means without permission of the publisher.

