



**BUREAU
VERITAS**

**Bureau Veritas
Consumer Products Services
Germany GmbH**
Businesspark A96
86842 Türkheim
Deutschland
+ 49 (0) 4074041-0
cps-tuerkheim@de.bureauveritas.com

Zertifizierungsstelle der BV CPS GmbH
Akkreditiert nach EN 45011 -
ISO / IEC 17011

Einheitenzertifikat

Hersteller: **Delta Energy Systems (Germany) GmbH**
Tscheulinstraße 21
79331 Teningen
Deutschland

Typ Erzeugungseinheit:	Solar Inverter	SOLIVIA11EUG4TR
Technische Daten:	Nennscheinleistung:	11,0 kVA
	Nennwirkleistung:	11,0 kW
	Nennspannung:	400 Vac / 230 Vac (3/N/PE)
	Nennfrequenz:	50 Hz

Firmwareversion V 1.2.x (mit x = 3 und höher)
Netzanschlussregel: **BDEW-Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“**
Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am
Mittelspannungsnetz, 2008 und Ergänzung 1/2009, 7/2010 und 2/2011
**Mitgeltende Normen /
Richtlinien:** DIN EN 61400-21:2008;
Technische Richtlinien: TR3 Rev. 22, TR4 Rev. 5, TR8 Rev. 5
TransmissionCode 2007

Die oben bezeichnete Erzeugungseinheit wurde nach den, in der Netzanschlussregel referenzierten, technischen Richtlinien geprüft und zertifiziert. Die in der Netzanschlussregel geforderten elektrischen Eigenschaften werden erfüllt:

- Erzeugung und Regelung von Wirk- und Blindleistung
- Verhalten der Erzeugungseinheit bei Netzstörungen (Blindstromcharakteristik gemäß TransmissionCode 2007)
- Schutzeinrichtung auf Einheitenebene*
- Ausweis der Netzurückwirkungen
- Validiertes Einheitenmodell: S_Function_Delta_Solivia_11_TR_V1
inverter0_sf.mexw64, inverter0_sf.mexw32

Der Hersteller hat die Zertifizierung seines Qualitätsmanagementsystems nach ISO 9001 nachgewiesen.

* Eine erforderliche Prüfklemmleiste ist separat an einer übergeordneten Schutzeinrichtung zu verwirklichen.

Das Zertifikat beinhaltet folgende Angaben:

- Technische Daten der Erzeugungseinheit, der eingesetzten Hilfseinrichtungen und der verwendeten Softwareversion
- Den schematischen Aufbau der Erzeugungseinheit
- Zusammengefasste Angaben zu den Eigenschaften der Erzeugungseinheit

BV Projektnummer: 11TH0120

Zertifikatsnummer: 12-059

Ausstellungsdatum: 2012-06-19

Gültig bis:

2017-06-18

Zertifizierungsstelle

Dieter Zitzmann

(Eine auszugsweise Darstellung des Zertifikats bedarf
der schriftlichen Genehmigung der BV CPS GmbH)



D-ZE-12024-01-01

Beschreibung der Erzeugungseinheit

Beschreibung des Aufbaus der Erzeugungseinheit (Abbildung 1):

Die Erzeugungseinheit verfügt über einen PV- und netzseitigen EMV-Filter. Die Erzeugungseinheit besitzt eine galvanische Trennung zwischen DC-Eingang und AC-Ausgang (HF-Transformator). Der Ausgang wird einfehlersicher durch die Wechselrichterbrücke und einem Relais in Reihe abgeschaltet. Dies erlaubt eine sichere Trennung der Erzeugungseinheit vom Netz auch im Fehlerfall.

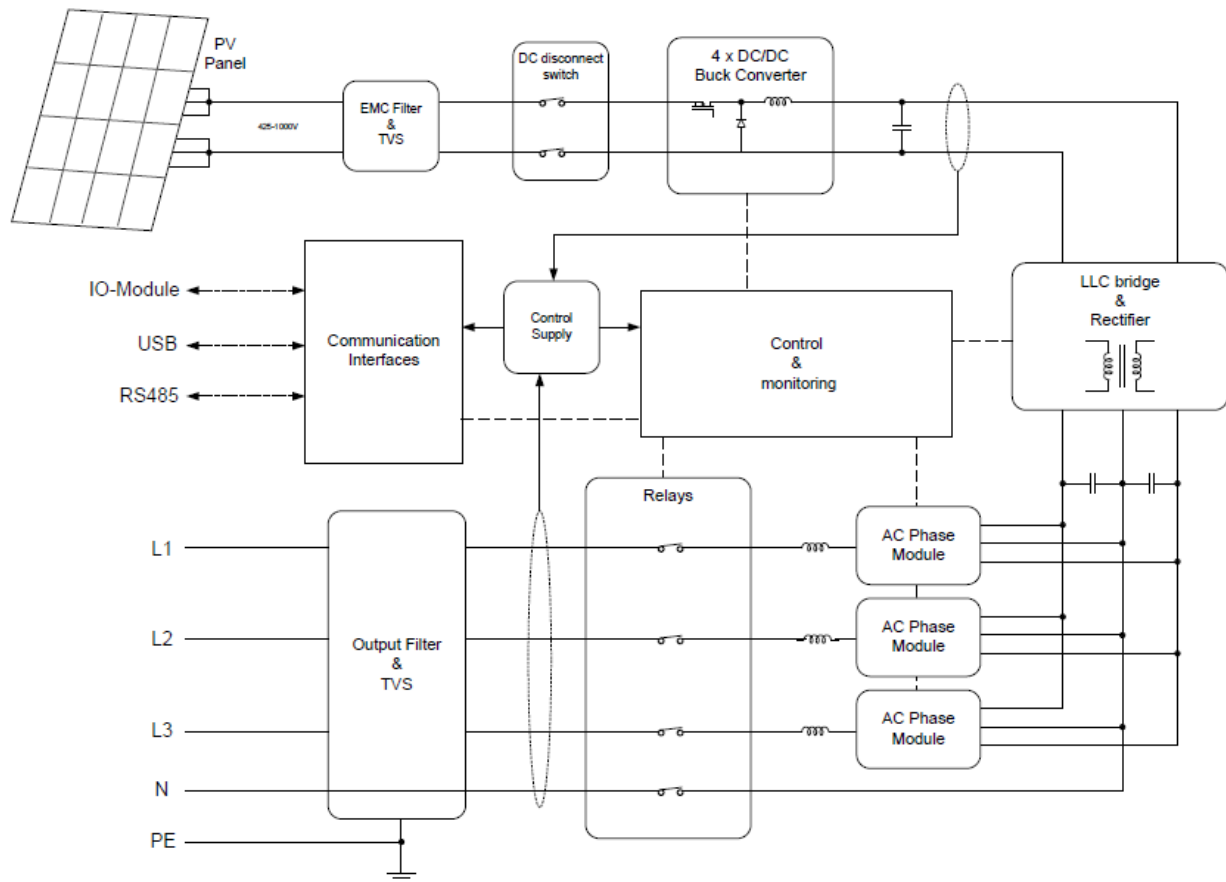


Abbildung 1 – Schematischer Aufbau der Erzeugungseinheit

Begründeter Umfang der durchgeführten Messungen und Validierungen:

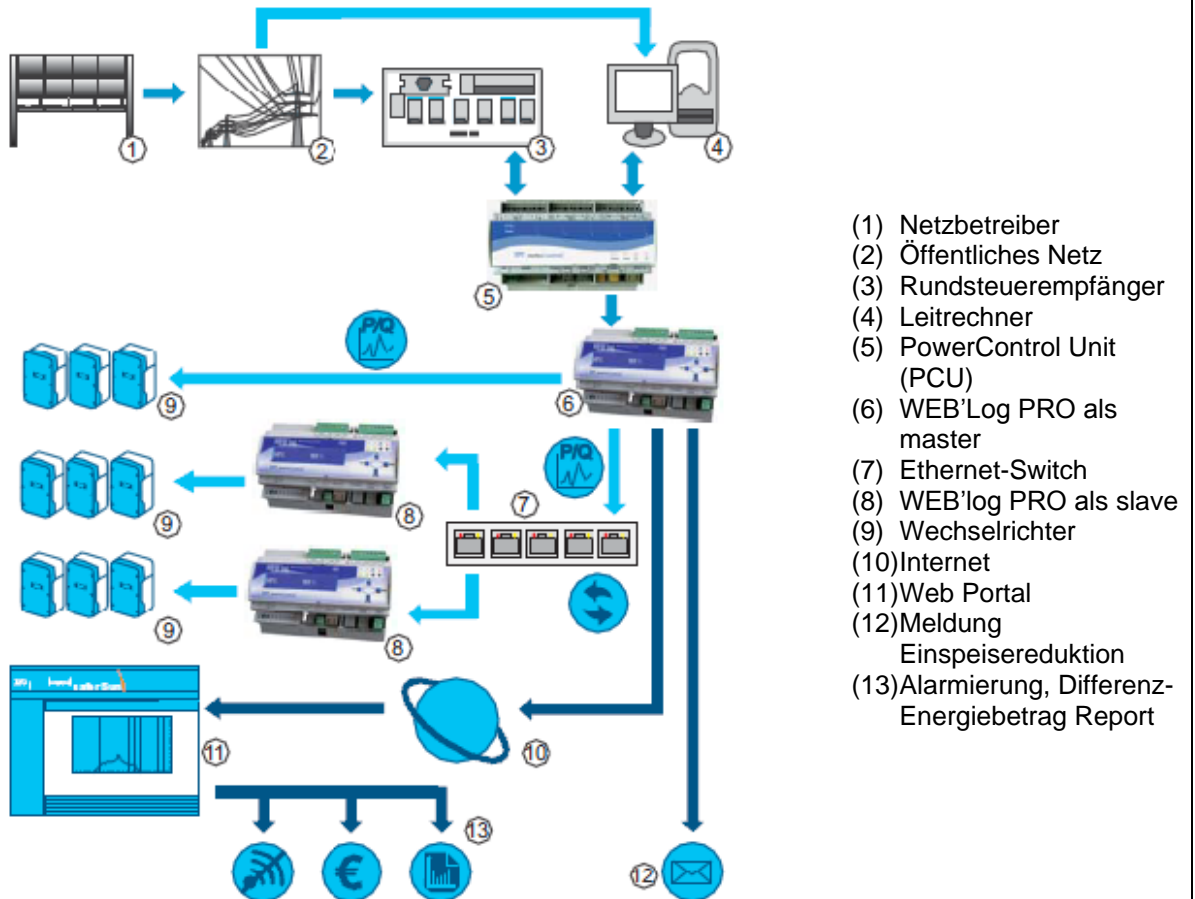
Die Einheit SOLIVIA11EUG4TR wurde nach der gesamten TR3 charakterisiert, das Simulationsmodell nach der TR4/TR8 validiert und nach der TR8 bewertet.

Beschreibung der Erzeugungseinheit

Beschreibung einer typischen Installation mit WEB'log PRO und PCU (Herstellerangaben):

Die PCU nimmt vom Rundsteuerempfänger oder Leitreehner die Vorgaben über Eingänge entgegen. Die PCU bereitet die Vorgaben auf und sendet sie an das WEB'log PRO. Das WEB'log PRO ermittelt die Stellgrößen und sendet diese an die Wechselrichter.

Für die Realisierung einer Wirkleistungsreduzierung ohne Rückmeldung an den Energieversorger wird keine PCU benötigt. Dieses Verfahren, P(DI)intern, kann mit dem WEB'log PRO über die WEB'log Digitaleingänge erreicht werden.



- (1) Netzbetreiber
- (2) Öffentliches Netz
- (3) Rundsteuerempfänger
- (4) Leitreehner
- (5) PowerControl Unit (PCU)
- (6) WEB'Log PRO als master
- (7) Ethernet-Switch
- (8) WEB'log PRO als slave
- (9) Wechselrichter
- (10) Internet
- (11) Web Portal
- (12) Meldung
Einspisereduktion
Energiebetrag Report
- (13) Alarmierung, Differenz-
Energiebetrag Report

Abbildung 2 – Schematik einer Installation mit PCU und WEB'log PRO

Beschreibung der Erzeugungseinheit

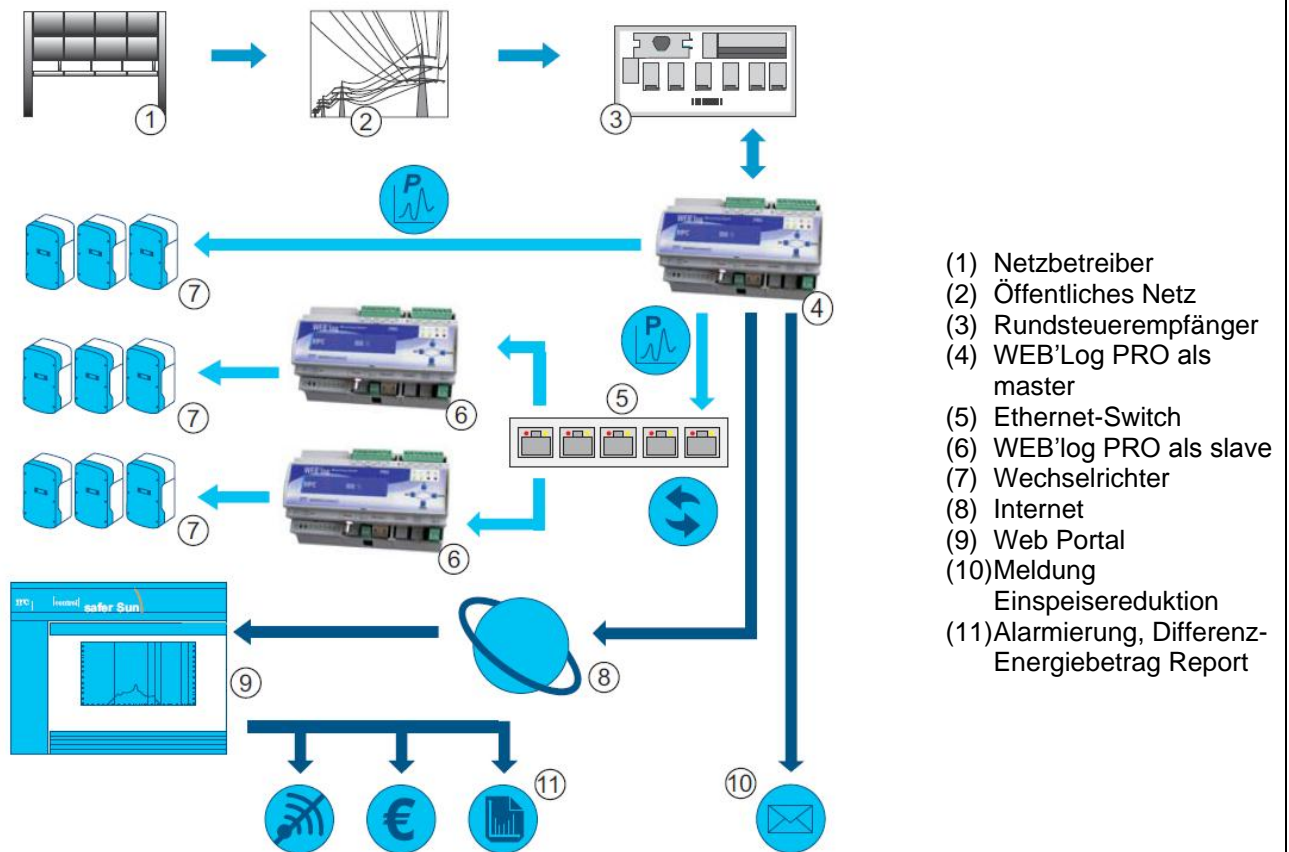


Abbildung 3 – Schematik einer Installation mit WEB'log PRO

Beschreibung der Verbindung mit einem Rundsteuerempfänger (Herstellerangaben):

Der Rundsteuerempfänger kann direkt an den WEB'Log PRO oder indirekt über eine PCU verbunden werden.

Beschreibung der Erzeugungseinheit

Beschreibung einer typischen Installation mit Solar-Log PM+ (Herstellerangaben):

Um das Einspeisemanagement für große Anlagen zu verwirklichen, besteht die Möglichkeit den Solar-Log₁₀₀₀ PM+ in einem Netzwerk mit mehreren Solar-Log₁₀₀₀ zu betreiben.

Die Signale des Rundsteuerempfängers werden am Solar-Log₁₀₀₀ PM+ (Master) empfangen und an die angeschlossenen Wechselrichter per RS 485 Bus verteilt.

Zusätzlich können die Schaltbefehle des Energieversorgers vom Solar-Log₁₀₀₀ PM+ (Master) an weitere Solar-Log₁₀₀₀ weitergegeben werden, die dann ihrerseits die angeschlossenen Wechselrichter regeln. Für diesen Vorgang wird der Solar-Log₁₀₀₀ PM+ (Master) mit bis zu 9 Solar-Log₁₀₀₀ (Slave) per Netzwerk (RJ45 Verkabelung) verbunden.

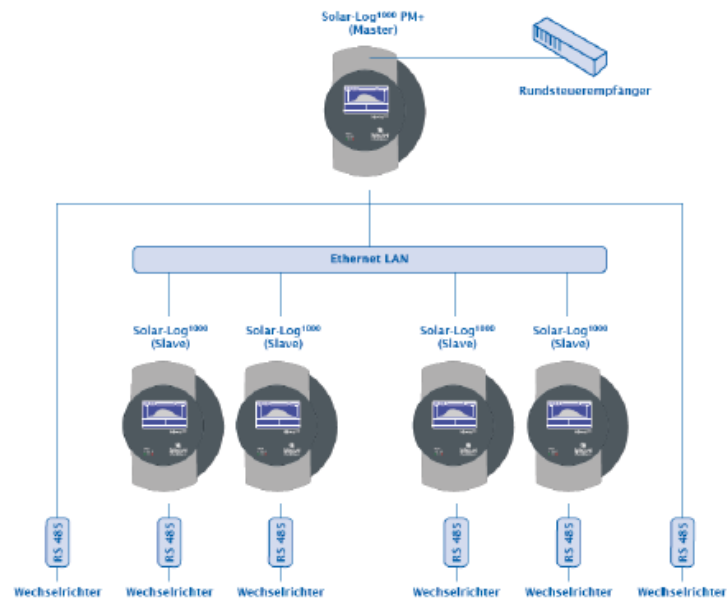


Figure 1 – Schematik einer Installation für große Anlagen

Beschreibung der Verbindung mit einem Rundsteuerempfänger (Herstellerangaben):

Die Relais-Ausgänge des Rundsteuerempfängers können an die Eingänge des Solar-Log angeschlossen werden. Dadurch können die Signale des Netzbetreibers mit dem Solar-Log ausgewertet werden.

In der Praxis kommen verschiedene Rundsteuerempfänger mit unterschiedlich vielen Relais und unterschiedlichen Signalcodierungen zum Einsatz.

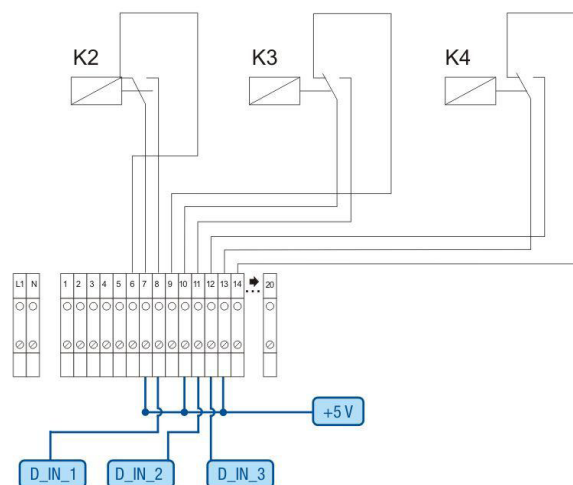


Figure 2 – Schematische Darstellung eines Rundsteuerempfängers mit drei Relais und Kopplung mit den digitalen Eingängen des Solar-Log PM+

Beschreibung der Erzeugungseinheit

Beschreibung der einstellbaren Blindleistungscharakteristik (*Herstellerangaben*):

Die Blindleistungsregelung auf unterster Reglerebene erfolgt auf Basis Q.

Die Einheit SOLIVIA11EUG4TR besitzen folgende Einstellmöglichkeiten zur Vorgabe einer Blindleistungscharakteristik:

- Starre Vorgabe eines $\cos\phi$ -Sollwertes (Bereich: +/- 0,8; Stufung: 0,01)
- Starre Vorgabe eines Q-Sollwertes (Bereich: +/- 6600 kvar; Stufung: 110 kvar)
- Einstellbare $\cos\phi(P)$ -Kennlinie (Zahl der Stützpunkte: 4)
- Einstellbare Q(U)-Kennlinie (Zahl der Stützpunkte: 2)

Beschreibung der Einstellbereiche des Netzschutzes (*Herstellerangaben*):

Die Bereiche der Frequenzüberwachung sind:

- | | | | |
|-------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| • Unterfrequenzbereich: | 45,0...50,0 Hz | Abschaltzeitbereich: | 40...60000 ms |
| • Überfrequenzbereich: | 50,0...55,0 Hz | Abschaltzeitbereich: | 40...60000 ms |

Die Bereiche der Spannungsüberwachung sind:

- | | | | |
|--------------------------|-----------------|----------------------|---------------|
| • Unterspannungsbereich: | 0,1...1,0 U_n | Abschaltzeitbereich: | 40...60000 ms |
| • Überspannungsbereich: | 1,0...1,3 U_n | Abschaltzeitbereich: | 40...60000 ms |

Technische Daten der Erzeugungseinheit (Herstellerangaben)				
1	Allgemeines und Ausgangsgrößen			General and Output values
1	Hersteller	DELTA		manufacturer
2	Typenbezeichnung	Solivia11EUG4TR		type name
3	Einspeisung (einphasig/dreiphasig)	3		no. of phases (single-phase/three-phase)
4	Nennscheinleistung	11	kVA	rated apparent power
5	Nennwirkleistung	11	kW	rated active power
6	AC-Nennspannung	3 x 230	V	rated AC-voltage
7	AC-Nennfrequenz	50	Hz	rated frequency
8	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom (i _p nach IEC 60909-0)	30	A	contribution to initial short circuit current (i _p according to IEC 60909-0)
2	DC Eingangsgrößen			DC Input
1	Min. MPP-Spannung	425	V	min. MPP voltage
2	Max. MPP-Spannung	800	V	max. MPP voltage
3	Max. PV-Eingangsspannung	1000	V	max. DC input voltage
4	Max. PV-Eingangsstrom	29	A	max. DC input current
5	Max. Modulleistung	15	kW _p	max. peak power
3	Wechselrichter-Leistungsteil			Converter-Power section
1	Nennscheinleistung	11	kVA	rated apparent power
2	Art (HF/NF-Trafo, trafolos)	HF- Trafo		generic type (HF/LF-transformer, without)
3	Taktfrequenz	20	kHz	pulse rate of inverter
4	Art der Leistungsregelung (MPPT)	MPPT		generic type of power control (MPPT)
4	Sonstige elektrische Komponenten			Other electric components
1	Art der Netzkopplung			generic type of interconnection
2	Netzschutz integriert (Ja/Nein)	Ja		integrated grid protection (Yes/No)
3	- Typenbezeichnung	Solivia11EUG4TR		- type
4	Typenbezeichnung der Trenneinheit	integriert		circuit breaker type
5	OberschwingungsfILTER (Ja/Nein)	integriert		harmonic filter (Yes/No)

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)					
TR 3 – 4.2.1 Wirkleistung					
$P_{600} = P_{10min}$ [kW]	11,53	$P_{60} = P_{1min}$ [kW]	11,54	$P_{0,2} = P_m$ [kW]	11,58
$p_{600} = P_{600}/P_{nG}$	1,05	$p_{60} = P_{60}/P_{nG}$	1,05	$p_{0,2} = P_{0,2}/P_{nG}$	1,05
Anmerkung: Bei $\cos\phi = 1$ entspricht die Wirkleistung der Nennscheinleistung. Für die Umsetzung einer Blindleistungssollwertvorgabe wird bei Bedarf die Wirkleistung reduziert.					
TR 3 – 4.2.2. Leistungsbegrenzung durch Sollwertvorgabe					
Maximale Abweichung der Wirkleistung		Überschreitung [kW]		+ 0,53	
		Unterschreitung [kW]		- 0,15	
Sollwert [%]	P_{soll} [kW]	P_{60} [kW]	Abweichung $\Delta P/P_n$ [%]		
100%	11,00	11,53	+ 4,8%		
90%	9,90	10,38	+ 4,4%		
80%	8,80	9,24	+ 4,0%		
70%	7,70	8,00	+ 2,7%		
60%	6,60	6,76	+ 1,5%		
50%	5,50	5,62	+ 1,1%		
40%	4,40	4,53	+ 1,2%		
30%	3,30	3,46	+ 1,5%		
20%	2,20	2,38	+ 1,6%		
10%	1,10	0,95	- 1,4%		
4%	0,44	0,56	+ 1,1%		
Einstellzeit der Leistung für einen Sollwertsprung		100% auf 30% [s]		2,6	

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)				
TR 3 – 4.2.3 Leistungsbegrenzung bei Frequenzerhöhung				
Gradient bei Wirkleistung >80%P _n zum Zeitpunkt der Frequenzerhöhung				
Sollwert f _{soll} [Hz]	Istfrequenz f ₆₀ [Hz]	P _{soll} [kW]	P ₆₀ [kW]	Mittlerer Gradient [%/Hz]
50 ±0,01	50,00	11,52	11,52	
50 + 0,20...0,30	50,20	11,52	11,53	
50 + 0,20...0,30	50,30	11,06	11,39	-12,2
50 + 0,60...0,80	50,70	9,22	9,42	-36,6
50 + 1,10...1,20	51,20	6,91	6,80	-41,1
50 + 0,06...0,08	50,06	6,91	6,79	
50 ±0,01	50,00	11,52	11,52	
Gradient bei Wirkleistung 40..60%P _n zum Zeitpunkt der Frequenzerhöhung				
Sollwert f _{soll} [Hz]	Istfrequenz f ₆₀ [Hz]	P _{soll} [kW]	P ₆₀ [kW]	Mittlerer Gradient [%/Hz]
50 ±0,01	50,00	5,49	5,49	
50 + 0,20...0,30	50,20	5,49	5,49	
50 + 0,20...0,30	50,30	5,27	5,25	- 43,7
50 + 0,60...0,80	50,70	4,39	4,41	- 39,3
50 + 1,10...1,20	51,20	3,29	3,37	- 38,6
50 + 0,06...0,08	50,06	3,29	3,37	
50 ±0,01	50,00	5,49	5,50	
Verhalten der Wirkleistungserzeugung bei Variation von Spannung und Frequenz des Netzes				
Die Erzeugungseinheit regelt auf ihren Bemessungsstrom und arbeitet im spezifizierten Spannungs- und Frequenzbereich der Netzanschlussregel. Bei Bedarf wird bei Fluktuation der Netzparameter im Nennbetrieb die Leistung reduziert. Nach Spannungslosigkeit erfolgt ein Wirkleistungsanstieg mit maximal 9,9 %P _n /min.				

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)
TR 3 – 4.3.1 P(Q) Charakteristik (maximales Q mit Vorgabetyp: Q)

Verfügbare Wirkleistung P/P _n [%]	P _{60,ind} [kW]	P _{60,cap} [kW]	Q _{60,ind} [kVAr]	Q _{60,cap} [kVAr]	cosφ _{60,ind}	cosφ _{60,cap}
4	0,46	0,45	6,58	-6,52	0,070	0,069
	0,44	0,45	6,57	-6,52	0,067	0,069
	0,45	0,48	6,57	-6,51	0,069	0,073
10	1,03	1,05	6,58	-6,54	0,155	0,158
	1,03	1,05	6,58	-6,54	0,155	0,158
	1,03	1,05	6,58	-6,54	0,154	0,158
20	2,20	2,22	6,57	-6,57	0,317	0,317
	2,20	2,22	6,57	-6,57	0,317	0,317
	2,19	2,22	6,57	-6,57	0,317	0,317
30	3,28	3,31	6,64	-6,58	0,444	0,449
	3,28	3,31	6,64	-6,57	0,443	0,449
	3,28	3,31	6,63	-6,58	0,443	0,449
40	4,35	4,38	6,62	-6,59	0,550	0,553
	4,35	4,38	6,62	-6,59	0,550	0,553
	4,35	4,38	6,61	-6,59	0,550	0,553
50	5,51	5,53	6,59	-6,57	0,641	0,644
	5,51	5,53	6,59	-6,58	0,641	0,644
	5,51	5,53	6,60	-6,58	0,641	0,644
60	6,56	6,58	6,60	-6,51	0,705	0,711
	6,56	6,58	6,60	-6,50	0,705	0,711
	6,56	6,59	6,60	-6,50	0,705	0,712
70	7,70	7,72	6,50	-6,52	0,764	0,764
	7,70	7,72	6,50	-6,52	0,764	0,764
	7,70	7,72	6,50	-6,53	0,764	0,764
80	8,74	8,77	6,50	-6,51	0,802	0,803
	8,74	8,77	6,50	-6,51	0,802	0,803
	8,73	8,76	6,50	-6,52	0,802	0,802
90	9,89	9,90	5,35	-6,44	0,880	0,838
	9,89	9,90	5,35	-6,44	0,880	0,838
	9,89	9,91	5,34	-6,43	0,880	0,839
100	11,04	11,05	2,70	-3,84	0,971	0,945
	11,04	11,06	2,71	-3,84	0,971	0,945
	11,04	11,05	2,70	-3,82	0,971	0,945

Anmerkung:

Wird bei der Blindleistungsbereitstellung die Bemessungsleistung überschritten, so wird zugunsten der Blindleistungserzeugung die Wirkleistung reduziert.

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)
TR 3 – 4.3.2 Blindleistung nach Sollwertvorgabe
Q-Vorgabe (Softwaremodus: Fixed Q)

Sollwert Q	Q_{60} ideal	Q_{60} gemessen
Q = 60% P_n ind	6600 var	6655 var
Q = 0% P_n	0 var	32 var
Q = 60% P_n cap	-6600 var	-6642 var
Stufung Q [var]	110 var	

cos ϕ -Vorgabe (Softwaremodus: Fixed P Factor)

Sollwert Q	Q_{60} ideal*	Q_{60} gemessen
0,8 ind	4099 var	4281 var
1	0 var	27,48 var
0,8 cap	-4116 var	-3967 var
Stufung cos ϕ	0,01	

Anmerkung:

* Q_{60} ideal wird aus den gemessenen Werten von P_{60} berechnet, deshalb unterscheiden sich die beiden angegebenen idealen Sollwerte.

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)			
TR 3 – 4.3.3 Q Übergangsfunktion			
	P_{60} [kW]	Q_{60} [kVAr]	$\cos \varphi_{60}$
1. Test bei $P = 50\% P_n$			
1. Stufe Q_0	5,0	0,1	1,000
Einschwingzeit [s]	2,1		
2. Stufe + Q_{max}	4,9	6,7	0,596
Einschwingzeit [s]	4,0		
3. Stufe - Q_{max}	5,0	-6,6	0,599
Einschwingzeit [s]	4,1		
4. Stufe + Q_{max}	4,9	6,7	0,595
Einschwingzeit [s]	1,9		
5. Stufe Q_0	5,0	0,0	1,000
maximale Einschwingzeit [s]	4,1		
2. Test, falls $Q(100\%P_n) > Q(50\%P_n) + 10\% P_n$, bei $P = 100\% P_n$			
1. Stufe Q_0	8,7	0,0	1,000
Einschwingzeit [s]	2,0		
2. Stufe + Q_{max}	8,7	6,6	0,794
Einschwingzeit [s]	4,1		
3. Stufe - Q_{max}	8,7	-6,7	0,794
Einschwingzeit [s]	4,1		
4. Stufe + Q_{max}	8,7	6,6	0,795
Einschwingzeit [s]	1,8		
5. Stufe Q_0	8,7	0,0	1,000
maximale Einschwingzeit [s]	4,1		

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)				
TR 3 – 4.3.4 Spannungsregelung Q(U)				
	P_{60} [kW]	Q_{60} [kVAr]	$\cos \varphi_{60}$	U_{60} [V]*
Schnellste Einschwingzeit gesetzt auf 20 ms				
1. Stufe 100% U_n	7,97	0,20	1,000	231,3
Einschwingzeit [s]	4,0			
2. Stufe 90% U_n	7,85	-6,20	0,785	191,6
Einschwingzeit [s]	4,1			
3. Stufe 110% U_n	7,95	6,59	0,770	271,2
Einschwingzeit [s]	6,0			
4. Stufe 90% U_n	7,85	-6,19	0,785	191,6
Einschwingzeit [s]	3,8			
5. Stufe 110% U_n	7,97	0,11	1,000	231,3
maximale Einschwingzeit [s]	6,0			
Einschwingzeit gesetzt auf 60 s				
1. Stufe 100% U_n	7,97	0,09	1,000	231,3
Einschwingzeit [s]	30,0			
2. Stufe 90% U_n	7,85	-6,15	0,787	191,6
Einschwingzeit [s]	57,1			
3. Stufe 110% U_n	7,96	6,59	0,770	271,1
Einschwingzeit [s]	58,9			
4. Stufe 90% U_n	7,86	-6,15	0,788	191,6
Einschwingzeit [s]	26,2			
5. Stufe 110% U_n	7,97	0,09	1,000	231,3
maximale Einschwingzeit [s]	58,9			

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)				
TR 3 – 4.4.1 Schalthandlungen				
Max. Anzahl an Schalthandlungen, N_{10} (Herstellerangabe)	30			
Max. Anzahl an Schalthandlungen, N_{120} (Herstellerangabe)	60			
Art der Schalthandlung	Einschalten bei 10% P_n			
Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flickerstufenfaktor, $k_f(\psi_k)$	0,10	0,10	0,10	0,09
Spannungsänderungsfaktor, $k_U(\psi_k)$	0,22	0,22	0,23	0,21
Maximaler Schaltstromfaktor k_{imax}	0,20			
Art der Schalthandlung	Einschalten bei 100% P_n			
Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flickerstufenfaktor, $k_f(\psi_k)$	0,18	0,19	0,18	0,15
Spannungsänderungsfaktor, $k_U(\psi_k)$	1,12	1,14	1,00	0,86
Maximaler Schaltstromfaktor k_{imax}	1,02			
Art der Schalthandlung	Serviceabschaltung bei 100% P_n			
Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flickerstufenfaktor, $k_f(\psi_k)$	1,12	1,09	0,94	0,77
Spannungsänderungsfaktor, $k_U(\psi_k)$	1,19	1,18	1,08	0,92
Maximaler Schaltstromfaktor k_{imax}	1,24			
TR 3 – 4.4.2 Flicker				
Netzimpedanzwinkel, ψ_k	30°	50°	70°	85°
Flickerbeiwert, $c(\psi_k)$	5,94	6,06	5,56	4,78
Kurzzeitflickerwert, P_{st}	0,12	0,12	0,11	0,10
Anmerkung: Die gezeigten Werte sind Maximalwerte.				

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)

TR 3 – 4.4.3 Oberschwingungen

P/P _n [%]	4	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ordnung	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]
1	6,76	11,76	20,80	31,00	42,16	52,30	62,57	71,97	80,28	91,27	102,08
2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,06	0,09	0,14	0,18	0,22	0,17
3	1,40	1,45	1,36	1,35	1,38	1,36	1,32	1,37	1,34	1,34	1,39
4	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,14
5	0,64	0,70	0,68	0,68	0,69	0,72	0,70	0,68	0,66	0,67	0,71
6	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,09	0,11	0,11	0,11
7	0,29	0,28	0,27	0,28	0,29	0,32	0,31	0,29	0,29	0,28	0,32
8	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
9	0,07	0,09	0,06	0,07	0,07	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,11
10	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
11	0,19	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15	0,17	0,16	0,16	0,14	0,11
12	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07
13	0,30	0,31	0,29	0,29	0,28	0,27	0,29	0,29	0,31	0,29	0,30
14	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
15	0,38	0,39	0,38	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,35	0,34	0,31
16	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
17	0,40	0,40	0,40	0,39	0,37	0,38	0,38	0,37	0,39	0,37	0,34
18	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08
19	0,39	0,43	0,41	0,40	0,39	0,39	0,40	0,38	0,39	0,39	0,39
20	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09
21	0,42	0,42	0,42	0,40	0,39	0,41	0,40	0,38	0,37	0,38	0,37
22	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10
23	0,35	0,35	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,34	0,32
24	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09
25	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,29
26	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,09
27	0,27	0,25	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25
28	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
29	0,19	0,18	0,20	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
30	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08
31	0,13	0,13	0,14	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14
32	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
33	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,11
34	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08
35	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,07	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
36	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07
37	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	0,14	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
38	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07
39	0,21	0,21	0,23	0,20	0,19	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,11
40	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
41	0,20	0,20	0,21	0,18	0,18	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14
42	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
43	0,22	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,14
44	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09	0,11
45	0,27	0,28	0,27	0,27	0,24	0,23	0,23	0,21	0,21	0,19	0,18
46	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,10
47	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15
48	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
49	0,19	0,18	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,18	0,17	0,15	0,15
50	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09
THC [%]	2,00	2,05	1,97	1,94	1,95	1,95	1,92	1,93	1,92	1,91	1,96

Anmerkung:

Der Referenzstrom ist 15,9 A.

Die Oberschwingungswerte sind Maximalwerte aus allen Phasen.

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)
TR 3 – 4.4.3 Zwischenharmonische im Normalbetrieb

P/Pn [%]	4	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f [Hz]	I_h [%]	I_h [%]	I_h [%]	I_h [%]	I_h [%]	I_h [%]	I_h [%]	I_h [%]	I_h [%]	I_h [%]	I_h [%]
75	0,07	0,10	0,08	0,10	0,12	0,14	0,19	0,23	0,21	0,23	0,26
125	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11
175	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10
225	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
275	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09
325	0,06	0,06	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
375	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
425	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
475	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
525	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
575	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
625	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
675	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
725	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
775	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
825	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09
875	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
925	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
975	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
1025	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
1075	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
1125	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
1175	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
1225	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
1275	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,09
1325	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09
1375	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,09
1425	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
1475	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09
1525	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
1575	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09
1625	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09
1675	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10
1725	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10
1775	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10
1825	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11
1875	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11
1925	0,08	0,08	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11
1975	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11

Anmerkung:

Der Referenzstrom ist 15,9 A.

Die Oberschwingungswerte sind Maximalwerte aus allen Phasen.

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)
TR 3 – 4.4.3 Höhere Frequenzen im Normalbetrieb

P/P _n [%]	4	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f [kHz]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]	I _h [%]
2,1	0,38	0,38	0,37	0,34	0,34	0,33	0,33	0,31	0,31	0,32	0,32
2,3	0,40	0,41	0,39	0,39	0,37	0,36	0,36	0,35	0,35	0,36	0,35
2,5	0,33	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,35	0,34	0,33	0,34	0,33
2,7	0,26	0,26	0,26	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,31	0,32
2,9	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,30	0,30	0,31	0,32	0,33	0,36
3,1	0,36	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35	0,36	0,35	0,36	0,36	0,38
3,3	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,34	0,35	0,36	0,38	0,40	0,41
3,5	0,45	0,46	0,44	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	0,48	0,45
3,7	0,44	0,42	0,40	0,43	0,44	0,46	0,50	0,49	0,52	0,56	0,53
3,9	0,40	0,40	0,42	0,44	0,48	0,50	0,50	0,54	0,57	0,60	0,69
4,1	0,39	0,40	0,42	0,42	0,43	0,45	0,46	0,49	0,53	0,55	0,61
4,3	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,47	0,45	0,45	0,47	0,51	0,58
4,5	0,26	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30	0,31	0,31	0,35	0,37	0,38
4,7	0,34	0,32	0,30	0,31	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,33	0,32
4,9	0,23	0,23	0,23	0,24	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30
5,1	0,20	0,20	0,21	0,22	0,25	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,32
5,3	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,26	0,29	0,31	0,32	0,35
5,5	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,30	0,33	0,34
5,7	0,27	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,28	0,32	0,34	0,39
5,9	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,33	0,34	0,38
6,1	0,25	0,25	0,27	0,28	0,30	0,29	0,33	0,35	0,36	0,38	0,41
6,3	0,30	0,29	0,30	0,31	0,34	0,38	0,43	0,47	0,52	0,54	0,60
6,5	0,40	0,42	0,48	0,53	0,58	0,66	0,74	0,83	0,94	1,00	1,20
6,7	0,40	0,39	0,40	0,41	0,42	0,44	0,46	0,47	0,53	0,57	0,61
6,9	0,53	0,50	0,51	0,52	0,51	0,51	0,52	0,53	0,59	0,66	0,76
7,1	0,48	0,51	0,53	0,55	0,58	0,57	0,61	0,66	0,70	0,74	0,82
7,3	0,53	0,53	0,54	0,56	0,57	0,58	0,62	0,66	0,70	0,75	0,88
7,5	0,57	0,58	0,58	0,61	0,61	0,63	0,69	0,69	0,73	0,80	0,97
7,7	0,61	0,63	0,62	0,66	0,70	0,72	0,75	0,83	0,85	0,89	0,92
7,9	0,54	0,54	0,56	0,59	0,67	0,70	0,70	0,75	0,81	0,82	0,79
8,1	0,55	0,53	0,57	0,61	0,65	0,68	0,69	0,71	0,78	0,74	0,71
8,3	0,42	0,43	0,44	0,47	0,51	0,53	0,55	0,57	0,63	0,60	0,58
8,5	0,38	0,37	0,38	0,40	0,42	0,45	0,45	0,46	0,50	0,50	0,50
8,7	0,29	0,30	0,30	0,33	0,34	0,37	0,38	0,39	0,41	0,41	0,42
8,9	0,28	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37

Anmerkung:

Der Referenzstrom ist 15,9 A.

Die Oberschwingungswerte sind Maximalwerte aus allen Phasen.

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)				
TR 3 – 4.5 Trennung der EZE vom Netz				
	Einstellwert	Auslösewert	Einstellwert	Abschaltzeit
Frequenzrückgangsschutz	47,50 Hz	47,51 Hz	100,0 ms	74,4 ms - 74,9 ms
Frequenzsteigerungsschutz	51,50 Hz	51,50 Hz	100,0 ms	69,9 ms - 70,4 ms
Frequenzsteigerungsschutz (schnellstmöglich)	51,50 Hz	51,50 Hz	20,0 ms	32,1 ms - 32,2 ms
Spannungsrückgangsschutz (1. Stufe)	184,0 V	184,1 V	2,4 s	2,37 s - 2,38 s
Spannungsrückgangsschutz (2. Stufe)	103,0 V	102,5 V	300,0 ms	262,4 ms - 276,9 ms
Spannungssteigerungsschutz	276,0 V	275,9 V	100,0 ms	62,0 ms - 73,9 ms
Spannungssteigerungsschutz (schnellstmöglich)	276,0 V	275,9 V	20,0 ms	26,8 ms - 27,0 ms
Eigenzeit der Abschalteinheit [ms] (<i>Herstellerangabe</i>)	Fujitsu FTR-K3AB012W-PV: 10 ms Panasonic ALFG1PF12: 10 ms Tyco PCFN-112H2MG: 10 ms			
Anmerkung: Das Rückfallverhältnis wird eingehalten.				
TR 3 – 4.6 Zuschaltbedingungen				
	Einstellwert	Zuschaltung bei		
Unterspannung [V]	218,0	219,1		
Unterfrequenz [Hz]	47,50	47,52		
Überfrequenz [Hz]	50,05	50,04		

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)
TR 3 – 4.7 Verhalten bei Störungen im Netz

Die Erzeugungseinheit SOLIVIA11EUG4TR erkennt und durchfährt symmetrische wie unsymmetrische Spannungseinbrüche mit Mindestauern wie im TransmissionCode 2007 spezifiziert.

Bei symmetrischen Spannungseinbrüchen erfolgt eine definierte Blindstromeinspeisung entsprechend der K-Faktor-Kennlinie des TransmissionCode 2007.

Bei unsymmetrischen Spannungseinbrüchen erfolgt eine definierte Blindstromeinspeisung entsprechend der K-Faktor-Kennlinie des TransmissionCode 2007.

Der Spannungsreferenzwert vor dem Fehler basiert auf dem 1 s Mittelwert der einzelnen Phase-Neutral-Spannungen.

In unsymmetrische Fehler wird nicht unterschieden. Es wird ein individueller Blindstrom in jeder Phase, abhängig vom jeweiligen Spannungseinbruch in der einzelnen Phase, eingespeist.

Nur die symmetrischen Einbrüche wurden gemäß der geforderten An- und Einregelzeiten und den geforderten Blindstrom von Netzanschlussregel und TR8 bewertet.

Die Anforderungen an die Wirkleistung nach Fehlerklärung werden in allen Tests erfüllt.

Der voreingestellte K-Faktor in der Erzeugungseinheit beträgt 2 und kann im Bereich 0...10 eingestellt werden.

Kurzschlussstrombeiträge
Maximale Kurzschlussstrombeiträge^M

Scheitelwert bei Fehlereintritt I_p [A]	72,0		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I_{10} [A]	15,6 / 1,7		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	17,4 / 8,8		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	17,0 / 8,6		
Test no.	1.1.1.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [% U_n]	2,8		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I_p [A]	72,0		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I_{10} [A]	15,0 / 1,1		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	16,8 / 2,4		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	16,6 / 2,4		
Test no.	1.1.2.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [% U_n]	2,4		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I_p [A]	42,9		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I_{10} [A]	3,4 / 1,4		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	16,1 / 3,2		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	16,1 / 3,1		
Test no.	1.2.1.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [% U_n pro Phase]	81,8	3,2	87,6
Scheitelwert bei Fehlereintritt I_p [A]	27,9		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I_{10} [A]	14,9 / 1,0		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	13,2 / 8,7		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	13,1 / 8,6		

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)			
Test no.	1.2.2.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n pro Phase]	81	2,5	86,8
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	62,5		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	3,5 / 1,1		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	8,6 / 2,8		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	8,6 / 2,8		
Test no.	2.1.1.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n]	22,3		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	65,1		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	15,5 / 1,2		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	17,3 / 1,0		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	16,3 / 0,8		
Test no.	2.1.2.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n]	22,0		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	35,3		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	3,8 / 1,5		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	17,0 / 1,1		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	16,0 / 0,9		
Test no.	2.2.1.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n pro Phase]	84,1	22,1	89,1
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	27,8		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	15,1 / 1,0		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	13,3 / 8,8		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	13,5 / 6,5		
Test no.	2.2.2.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n pro Phase]	83,3	21,5	88,2
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	24,2		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	3,5 / 1,1		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	9,0 / 3,2		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	9,1 / 3,3		
Test no.	3.1.1.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n]	50,6		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	35,6		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	15,5 / 0,9		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	17,4 / 0,4		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	16,5 / 0,3		
Test no.	3.1.2.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n]	50,2		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	31,3		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	3,8 / 1,1		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	17,0 / 0,3		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	16,7 / 0,3		

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)			
Test no.	3.1.2.b		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n]	50,2		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	30,4		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	3,7 / 1,7		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	17,1 / 0,3		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	16,8 / 0,2		
Test no.	3.1.2.0		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n]	50,2		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	35,0		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	4,2 / 0,0		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	7,1 / 0,2		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	6,3 / 0,1		
Test no.	3.2.1.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n pro Phase]	88,5	50,3	91,5
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	48,1		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	15,2 / 0,7		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	14,8 / 8,4		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	15,2 / 8,2		
Test no.	3.2.2.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n pro Phase]	87,7	50,2	90,8
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	33,7		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	3,5 / 1,0		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	7,5 / 4,5		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	7,5 / 4,5		
Test no.	4.1.1.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n]	75,9		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	34,0		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	15,6 / 0,0		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	17,3 / 0,1		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	16,1 / 0,7		
Test no.	4.1.2.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n]	75,1		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	15,5		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	3,8 / 0,1		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	9,2 / 0,2		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	9,1 / 0,1		
Test no.	4.1.2.b		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n]	75,1		
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	20,1		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	3,8 / 0,0		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	12,6 / 0,3		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	12,5 / 0,2		

Auszug aus dem Prüfbericht (11TH0120_TR3)			
Test no.	4.2.1.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n pro Phase]	94,4	75,9	95,7
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	25		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	15,3 / 0,1		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	17,1 / 3,3		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	17,0 / 3,2		
Test no.	4.2.2.a		
1-Perioden Effektivwert der Spannung (P-N) bei Fehlereintritt [%U _n pro Phase]	93,6	75	94,8
Scheitelwert bei Fehlereintritt I _p [A]	19		
Halbschwingungseffektivwert bei Fehlereintritt I ₁₀ [A]	3,6 / 0,1		
1-Perioden Effektivwert 150ms nach Fehlereintritt [A]	4,7 / 2,8		
1-Perioden Effektivwert 20ms vor Spannungswiederkehr [A]	4,6 / 2,8		
<p>Anmerkung:</p> <p>Der Scheitelwert ist der Maximalwert aus den Messreihen der drei Phasen und dem jeweiligen 20 ms-Fenster nach dem Spannungseinbruch.</p> <p>Die Effektivwerte sind aus dem System der symmetrischen Komponenten entnommen. Dabei gibt ein Wert bzw. der erste Wert den Mitsystembetrag und der zweite den Gegensystembetrag wieder.</p> <p>Die Werte des K-Faktors sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • K = 2 (x.x.x.a-Tests) • K = 3 (x.x.x.b-Tests) • K = 0 (x.x.x.0-Test) <p>^M Maximalwerte über alle Tests.</p>			

Beschreibung des Erzeugungseinheitenmodells

Beschreibung des Simulationsmodells

Das diskrete Simulationsmodell wurde in Matlab/Simulink erstellt. Es wurden die symmetrischen Einbrüche entsprechend den Vermessungen aus TR3 – 4.7 validiert (Validierungssimulationsschrittweite 10 kHz).

Das Simulationsmodell ist plausibilisiert, wobei folgende zusätzliche Betrachtungen durchgeführt wurden:

- Plausibilisierung für unterschiedliche K-Faktor-Einstellungen: $K = 0, 2, 10$

Zusätzliche Kraftwerkseigenschaften wurden mit den entsprechenden Vermessungen aus TR3 – 4.2.x, 4.3.x, 4.5 und 4.6 verglichen.

Das Modell simuliert ausschließlich das dynamische Verhalten bei symmetrischen Spannungseinbrüchen im Mitsystem der symmetrischen Komponenten.

Die Vorfelherreferenzspannung wird als Mittelwert der Außenleiterspannung über 1 s gebildet. Falls der Momentanwert der Spannung das Totband *DU_Unom_Deadband* unterschreitet, wird der LVRT-Modus aktiviert. Der eingespeiste Blindstrom hat Priorität, der Wirkstrom wird entsprechend verringert:

$$i_w = \sqrt{i_s^2 - i_{b,ref}^2}$$

Das Modell benötigt bis zu 3,5 s Simulationszeit um einen stabilen Arbeitspunkt einzustellen.

Beschreibung des Erzeugungseinheitenmodells

Beschreibung der Schnittstellen des Simulationsmodells (Abbildung 4)

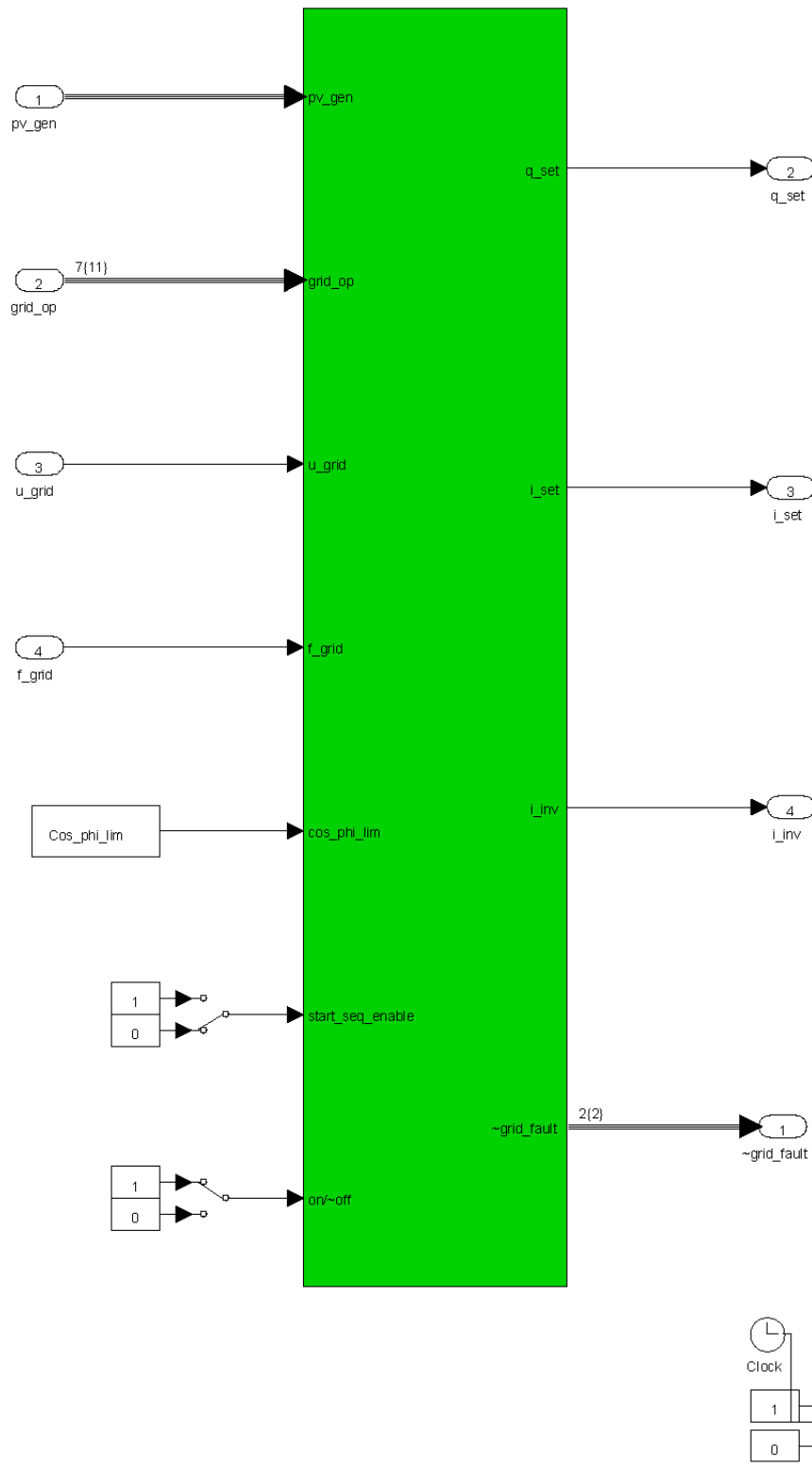


Abbildung 4 – Darstellung der Modellschnittstelle

Beschreibung des Erzeugungseinheitenmodells

An den Eingang *pv_gen* wird die verfügbare Primärleistung angelegt (Angabe in [W]).
 An den Eingängen *u_grid* und *f_grid* werden die entsprechenden Datenreihen der Netzspannung und –frequenz angelegt (Angaben in [V] bzw. [Hz]).
 Am Ausgang *i_inv* wird der Ausgangsstrom des Modells abgegriffen (Angabe in [A]).
 Der Eingang *grid_op* ist ein Signalbus der die Sollwertvorgaben dem Modell übergibt.
 Der Eingang *start_seq_enable* wird logisch (1|0) definiert und schaltet den 10 min-Wirkleistungsgradienten an oder aus.
 Der Eingang *on/~off* wird logisch (1|0) definiert und schaltet den Primärenergieeingang an oder aus.
 Die Abgriffe *q_set* und *i_set* dienen der Überwachung der Vorgänge im Modell (Angaben in [var] bzw. [A]).
 Selbes gilt für den Ausgang *~grid_fault*.

Beschreibung der typischen einstellbaren Parameter des Simulationsmodells (Abbildung 5)

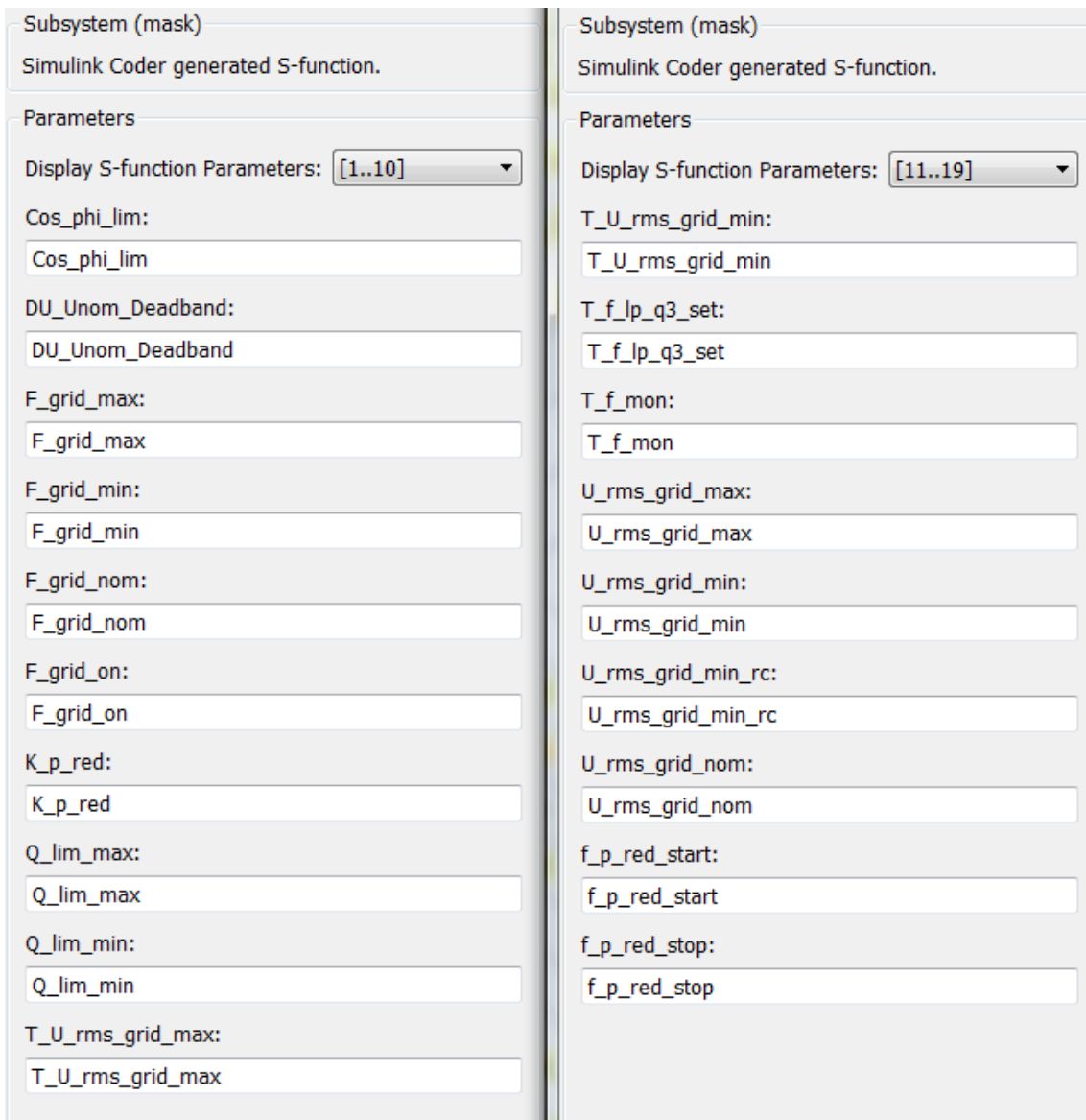


Abbildung 5 – Darstellung der einstellbaren Parameter

Parameter	Parameterbeschreibung	Einheit	Voreinstellung
Cos_phi_lim	Hard limitation of reactive power: 0 < Cos_phi_lim <= 1	-	0.8
U_rms_grid_nom	Nennwert der P-N-Spannung	V	230

Beschreibung des Erzeugungseinheitenmodells			
F_grid_nom	Nennwert der Netzfrequenz	Hz	50
F_grid_min	Abschaltswelle bei Unterfrequenz (Entspricht auch der Zuschaltswelle bei Unterfrequenz)	Hz	47.5
F_grid_max	Abschaltswelle bei Überfrequenz	Hz	51.5
F_grid_on	Zuschaltswelle bei Überfrequenz	Hz	50.05
T_f_mon	Reaktionszeit der Frequenzüberwachung	s	0.10
T_U_rms_grid_min	Eine Matrix bestehend aus den Vektoren von Stützpunkten der Abschaltzeit $T_{U_rms_grid_min}$ und der Abschaltswelle (P-N-Spannung) $U_{rms_grid_min}$ definieren das Abschaltverhalten bei Unterspannung. Zwischen den Stützpunkten wird die Schwelle linear interpoliert.	s	0.299 0.3 2.399 2.4 2.41
U_rms_grid_min	Außerhalb der Eckpunkte der Vektorwerte werden diese Eckpunktwerte fortgeführt. Der Vektor der Abschaltzeit muss streng monoton ansteigen. Der Vektor der Abschaltswelle kann monoton steigen.	V	0 0.45*230 0.45*230 0.80*230 0.8*230
U_rms_grid_min_rc	Zuschaltswelle bei Unterspannung	V	0.85*230
T_U_rms_grid_max	Eine Matrix bestehend aus den Vektoren von Stützpunkten der Abschaltzeit $T_{U_rms_grid_max}$ und der Abschaltswelle (P-N-Spannung) $U_{rms_grid_max}$ definieren das Abschaltverhalten bei Überspannung. Zwischen den Stützpunkten wird die Schwelle linear interpoliert.	s	0.099 0.1 0.2
U_rms_grid_max	Außerhalb der Eckpunkte der Vektorwerte werden diese Eckpunktwerte fortgeführt. Der Vektor der Abschaltzeit muss streng monoton ansteigen. Der Vektor der Abschaltswelle kann monoton steigen.	p.u.	1.0*230 1.2*230 1.2*230
f_p_red_start	Oberer Hysteresepunkt der Wirkleistungsreduzierung bei Überfrequenz ([1], fig. 2.5.3-1).	Hz	50.20
f_p_red_stop	Unterer Hysteresepunkt der Wirkleistungsreduzierung bei Überfrequenz ([1], fig. 2.5.3-1)	Hz	50.05
K_p_red	Gradient der Wirkleistungsreduzierung bei Überfrequenz ([1], fig. 2.5.3-1)	1/Hz	-0.40
Q_lim_max	Maximale induktive Blindleistung der Erzeugungseinheit	var	7200

Beschreibung des Erzeugungseinheitenmodells			
Q_lim_min	Maximale kapazitive Blindleistung der Erzeugungseinheit	var	-7200
T_f_lp_q3_set	Einstellzeit für die Q(U)-Funktion	s	0.2
DU_Unom_Deadband	Totband definiert über die Spannungsabweichung, ab der ein Fehlerfall detektiert werden soll, geteilt durch die Nennspannung (0.1 entspricht einer Schwelle von 90%U _n) (s. [2] p. 30 and [3] fig. 3.6)	-	0.10
p_pv	Vorgabe der verfügbaren Primärleistung	W	11000
p_lim	Wirkleistungssollwert	W	-
q_sel	Auswahl des Blindleistungsmodus': <ul style="list-style-type: none"> • "-1" bedeutet ausschließlich Wirkleistung • "0" bedeutet starre φ-Vorgabe • "1" bedeutet $\cos\varphi(P)$-Funktion • "2" bedeutet starre Q-Vorgabe • "3" bedeutet Q(U)-Funktion 	-	-1
q_sel_0	Vorgabe eines starren Verschiebungswinkels φ (Bereich: $-\pi/2$ (kap)... $\pi/2$ (ind))	rad	0
q_sel_1	Definition der $\cos\varphi(P)$ -Funktion mittels der Matrix [l1,l2;p1,p2]. Dabei sind l1 und l2 die maximalen Eckwerte für $\cos\varphi$ und p1 und p2 die Leistungsstufen, bei denen der jeweilige Maximalwert als erstes erreicht wird. Zwischen l1 und l2 wird linear interpoliert. (Bereich: lx: 0...1; px: 0...1)	[cos() p.u.]	[0.96 0.98; 0.13 0.49]
q_sel_2	Definition einer starren Blindleistung	p.u.	0.25
q_sel_3	Definition der Q(U)-Funktion mittels dem Vektor [m,u0]. Dabei ist m der Gradient der Blindleistungsänderung über der Spannungsänderung (dq/du) und u0 der Stützpunkt, an dem Q=0 ist.	p.u., p.u.	[-5.0 1.0]
K_factor	K-Faktor zur Berechnung des Blindstroms im Fehlerfall (s. [2] p. 30 and [3] fig. 3.6).	-	2
Referenzen in den obigen Beschreibungen:			
[1] BDEW-Richtlinie "Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz", Juni 2008.			
[2] TransmissionCode 2007, Verband der Netzbetreiber – VDN – e.V. beim VDEW, August 2007			
[3] Verordnung zu Systemdienstleistungen von Windenergieanlagen (SDL WindV)			
Einsatzbereich des Simulationsmodells			
Typische einzustellende Simulationsschrittweite: 0,1 ms			
Typischer zu nutzender Solver in der Simulationsumgebung: ode45 (Dormand-Prince)			

Beschreibung des Erzeugungseinheitenmodells												
Zusammenfassung der Validierungsergebnisse nach TR4 Anhang A2 (symmetrische Einbrüche)												
Nennleistung												
Wirkleistung, Mitsystem												
Mittlere Abweichung über die gesamte Dauer						maximale Abweichung im stationären Betrieb						
	A	B	C	gewichtet			A	B	C			
0%	0,37	0,37	6,55	6,55		0%	0,83	0,83	10,88			
25%	0,40	3,68	10,03	5,26		25%	0,87	9,18	11,21			
50%	0,39	4,05	7,34	4,67		50%	0,74	1,32	11,54			
75%	0,24	3,98	5,46	4,05	75%	0,56	10,01	8,83				
Blindleistung, Mitsystem												
Mittlere Abweichung über die gesamte Dauer					B	maximale Abweichung im stationären Betrieb						
	A	B	C	gewichtet			A	B	C			
0%	0,05	0,05	0,57	0,57		0%	0,24	0,24	5,54			
25%	0,06	0,37	0,33	0,33		25%	0,37	0,56	3,11			
50%	0,03	1,92	2,89	2,03		50%	0,21	2,66	6,08			
75%	0,00	1,82	0,48	1,24	75%	0,20	2,40	1,71				
Blindstrom, Mitsystem												
Mittlere Abweichung über die gesamte Dauer					B	maximale Abweichung im stationären Betrieb						
	A	B	C	gewichtet			A	B	C			
0%	0,01	0,01	0,50	0,50		0%	0,19	0,19	5,53			
25%	0,00	0,51	0,33	0,41		25%	0,32	1,83	3,08			
50%	0,04	4,22	2,94	3,41		50%	0,18	6,01	6,11			
75%	0,06	2,51	0,54	1,68	75%	0,25	3,27	1,74				

Beschreibung des Erzeugungseinheitenmodells												
Zusammenfassung der Validierungsergebnisse nach TR4 Anhang A2 (symmetrische Einbrüche)												
Teilleistung												
Wirkleistung, Mitsystem												
Mittlere Abweichung über die gesamte Dauer					maximale Abweichung im stationären Betrieb							
	A	B	C	gewichtet		A	B	C				
0%	0,12	 	1,96	 	0%	0,33	 	8,04				
25%	0,13	3,32	1,12	2,34	25%	0,31	4,50	1,39				
50%	0,11	2,79	0,44	1,82	50%	0,28	9,86	0,30				
75%	0,13	0,39	0,33	0,35	75%	0,35	3,18	0,34				
Blindleistung, Mitsystem												
Mittlere Abweichung über die gesamte Dauer					maximale Abweichung im stationären Betrieb							
	A	B	C	gewichtet		A	B	C				
0%	0,82	 	1,03	 	0%	0,95	 	5,88				
25%	0,80	0,93	0,75	0,86	25%	0,94	1,44	7,28				
50%	0,80	0,37	0,79	0,54	50%	0,91	0,50	2,24				
75%	0,79	1,05	0,83	0,96	75%	0,90	1,61	1,35				
Blindstrom, Mitsystem												
Mittlere Abweichung über die gesamte Dauer					maximale Abweichung im stationären Betrieb							
	A	B	C	gewichtet		A	B	C				
0%	0,81	 	0,96	 	0%	0,94	 	5,91				
25%	0,80	2,87	0,72	2,02	25%	0,94	5,25	7,32				
50%	0,79	0,43	0,78	0,57	50%	0,88	1,07	2,23				
75%	0,79	1,47	0,84	1,21	75%	0,88	2,22	1,36				

Beschreibung des Erzeugungseinheitenmodells	
Dateiformat	
.mdl	Verschlüsselte Simulink-Modelldatei
.mexw32/64	Simulink-Datei zur Nutzung des verschlüsselten Modells in der 32/64bit Umgebung
Identifikation des Einheitenmodells	
Name:	S_Function_Delta_Solivia_11_TR_V1.mdl
MD5 – Prüfsumme:	4dab7090d173344bdf3d85a16ed21e5e
Name:	inverter0_sf.mexw64
MD5 – Prüfsumme:	4bbeceb88249d0fb5bcff2d960806a000
Name:	inverter0_sf.mexw32
MD5 – Prüfsumme:	3e990ece2e96119e3f4cd41426170c37
Beschreibung der Simulationsumgebung zur Generierung des Einheitenmodells	
Name:	MATLAB/Simulink
Software Version:	MATLAB Version 7.8.0.347 (R2009a)
	Simulink Version 7.3 (R2009a)
	Real-Time Workshop Version 7.3 (R2009a)
	SimPowerSystems Version 5.1 (R2009a)
	PLECS Version 3.1.1
Beschreibung der Simulationsumgebung zur Validierung des Einheitenmodells	
Name:	MATLAB/Simulink
Software version:	MATLAB Version 7.13.0.564 (R2011b)
	Simulink Version 7.8 (R2011b)
	SimPowerSystems Version 5.5 (R2011b)
Referenzen	
<p>Das der Netzanschlussregel konforme Verhalten der Erzeugungseinheit ist durch die Ergebnisse im Prüfbericht 11TH0120_TR3 hinterlegt.</p> <p>Das der Netzanschlussregel konforme Verhalten des Erzeugungseinheitenmodells wird über den Validierungsbericht 11TH0120_TR4 nachgewiesen.</p> <p>Die Zusammenfassung der Netzanschlussregel konformen Zertifizierung der Erzeugungseinheit SOLIVIA11EUG4TR ist im Zertifizierungsbericht 11TH0120_TR8 dargestellt.</p>	