VORLÄUFIGEPROTOTYPEN-BESTÄTIGUNG

Dokumenten-Nr.:	Ausgestellt:	Gültig bis:
PT-GCC-TR8-10987-1	2024-09-14	2026-09-13

Ausgestellt für:

SUN2000-150KTL-MG0 / SUN5000-150KTL-MG0

Inbetriebsetzung: noch nicht erfolgt

Spezifiziert in Anhang 2

Hersteller:

Huawei Technologies Co., Ltd.

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

Gemäß Kapitel 12 der:

VDE-AR-N 4110:2023 Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung)

VDE-AR-N 4120:2018 Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung)

Wir bestätigen, dass die Erzeugungseinheit die Anforderungen an Prototypen des Kapitels 12 der VDE-AR-N 4110 und der VDE-AR-N 4120 sowie der ergänzenden Dokumente aus Anhang 1 erfüllen, vorausgesetzt die Auflagen in Anhang 1 werden auf Anlagenebene berücksichtigt. Weitere Erläuterungen zu den elektrischen Eigenschaften sind im Anhang 3 aufgeführt.

Änderungen an der Hardware, Software oder dem Qualitätsmanagementsystem des Herstellers müssen von DNV bestätigt werden.

Hellerup, 2024-09-14

Für DNV Renewables Certification

Dr. Bente Vestergaard
Service Line Leader for Type Certification

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ZE-22290-01-00

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

Hamburg, 2024-09-14

Für DNV Renewables Certification

i.A. S. Ben Saad

Sofien Ben Saad
Project Manager

VORLÄUFIGEPROTOTYPENBESTÄTIGUNG – ANHANG 1

Auflagen und Bewertungsgrundlage

1 Auflagen

Die vollumfängliche Prüfung der Anforderungen muss im Rahmen einer entsprechenden Einheitenzertifizierung erfolgen.

Die entsprechenden Anforderungen hinsichtlich des quasistationären Spannungs- und Frequenzbereiches sind für den Netzanschlusspunkt definiert und daher abschließend auch nur auf Anlagenebene unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten zu bewerten.

2 Gültigkeit

Die Gültigkeit dieser vorläufigen Prototypenbestätigung wird vorerst auf 2 Jahre ausgehend vom Ausstellungsdatum begrenzt (somit vorerst gültig bis zum 13.09.2026). Nach erfolgter Inbetriebsetzung dieses Typs, welche DNV innerhalb von 4 Wochen mitzuteilen ist, wird diese vorläufige Prototypenbestätigung durch eine Prototypenbestätigung ersetzt, deren Gültigkeitsdauer den Vorgaben des Kapitel 12 der VDE-AR-N 4110 /B/ und VDE-AR-N 4120 /C/ entspricht.

3 Bewertungsgrundlagen und normative Verweise für diese Prototypenbestätigung:

/A/ Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und -anlagen, Teil 8: Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen, Speicher sowie für deren Komponenten, Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien (FGW), Revision 9, Berlin, 01.02.2019

/B/ VDE-AR-N 4110, Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung), VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., Berlin, September 2023

/C/ VDE-AR-N 4120, Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung), VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., Berlin, November 2018

Schematischer Aufbau und technische Daten der Erzeugungseinheit

Die SUN2000-150KTL-MG0 / SUN5000-150KTL-MG0 ist ein Wechselrichter, die elektrische Energie aus einer DC-Quelle über einen Wechselrichter ohne integrierten Transformator in dreiphasigen Wechselstrom (AC) umwandeln. Das Kapitel 2 sowie die beiden folgenden Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen das entsprechende Übersichtbild mit allen wesentlichen Komponenten:

1 Schematischer Aufbau der Erzeugungseinheit

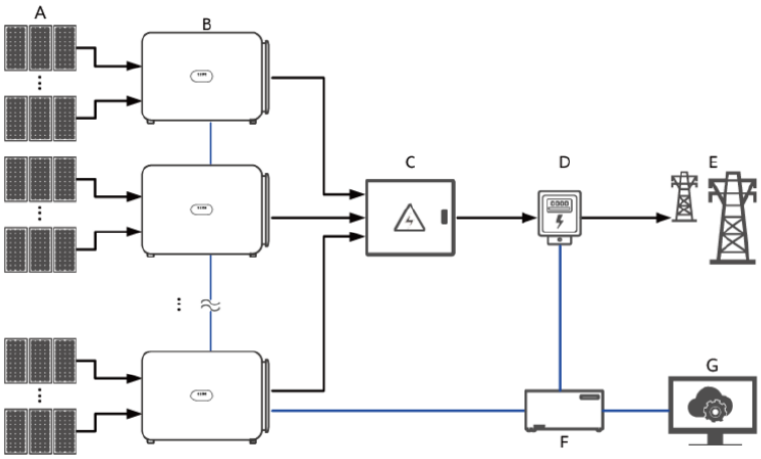

Abbildung 1: Schematische Übersicht des Anschlusses des Wechselrichters (B) an das Netz, entnommen aus /1/

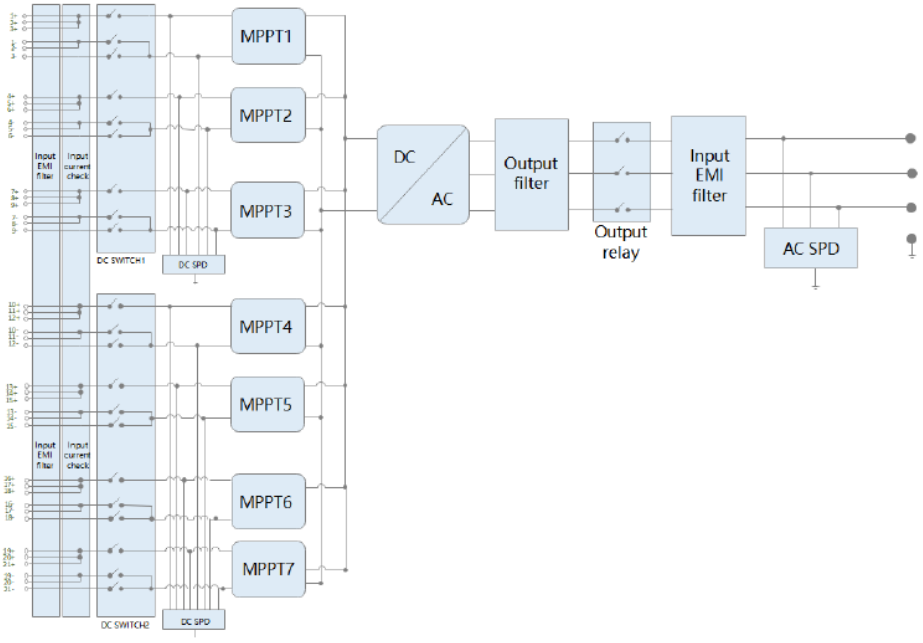

Abbildung 2: Schematische Übersicht der Erzeugungseinheit, entnommen aus /1/

2 Technische Daten und Hauptkomponenten

2.1 Allgemeine Daten

Generating Unit	SUN2000-150KTL-MG0 / SUN5000-150KTL-MG0
Phasen	3
Max. Scheinleistung	165 kVA
Nennwirkleistung	150 kW
Nennspannung	400 / 480 V
Nennfrequenz	50 Hz
Nennstromstärke	216.5A@400V, 180.4A@480V
Beitrag zum Kurzschlussstrom	240.5A@400V, 200.5A@480V

2.2 Eingangsgrößen

DC-Spannungsbereich	200 - 1100 V
Max. DC-Eingangsspannung	1100 V
Max. DC-Eingangsstrom	7×48 A

2.3 Wechselrichter-Leistungsteil

Hersteller	HUAWEI
Typenbezeichnung	SUN2000-150K-MG0 / SUN5000-150K-MG0
Taktfrequenz	18 kHz
Softwareversion	V600R023C10

2.4 Einheitentransformator

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

2.5 Schutzeinrichtung

Der Netzschutz ist in der Regelung der Erzeugungseinheit integriert

2.6 Abschalteinheit

Hersteller	HongFa
Typenbezeichnung	HF192F/12-H3F

VORLÄUFIGEPROTOTYPENBESTÄTIGUNG – ANHANG 3

Prüfung der Eigenschaften der Erzeugungseinheit

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 6
2 Betriebsbereiche 6
2.1 Grenzen im quasistationären Bereich 6
2.2 Blindleistungsstellbereich 6
3 FRT-Grenzkurve (U(t)-Diagramm) 8
4 Schutzfunktion mit Einstellbereich 9
4.1 Entkopplungsschutz 9
4.2 Eigenschutz 9
5 Wirkleistungsregelung 10
5.1 Leistungs-Frequenz-Verhalten 10
5.2 Wirkleistungsgradient 10
6 Blindleistungsregelung 10
6.1 Blindleistungsgradient und -funktionen 10
7 Dynamische Blindstromeinspeisung 10
7.1 Grundsätzliche Funktionsweise 10
8 Erklärung des Herstellers 11
9 Ergebnis 11
10 Referenzen 12

VORLÄUFIGEPROTOTYPENBESTÄTIGUNG – ANHANG 3

1 Einleitung

Grundlage dieser Bestätigung sind die Herstellererklärungen /1/ bis /4/ in denen Huawei die Kenndaten, Komponenten sowie die Funktionen der Erzeugungseinheit beschreibt.

Basierend auf diesen Dokumenten wurden die zu erwartenden elektrischen Eigenschaften der Erzeugungseinheit auf Plausibilität hinsichtlich der Konformität zur VDE-AR-N 4110 /B/ und VDE-AR-N 4120 /C/ geprüft. Details können aus den entsprechenden Herstellererklärungen entnommen werden.

2 Betriebsbereiche

2.1 Grenzen im quasistationären Bereich

Der quasistationäre Spannungs- und Frequenzbereich sind in /1/ angegeben und in der Tabelle 1 und der Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 1: Betriebsspannungen /1/

Parameter	Wert
Maximale Dauerbetriebsspannung: U_{max}	115 % von U_n
Minimale Dauerbetriebsspannung: U_{min}	85 % von U_n

Tabelle 2: Frequenzbereich /1/

Parameter	Wert
Maximalfrequenz: f_{max}	51,5 Hz
Nennfrequenz: f_n	50 Hz
Minimalfrequenz: f_{min}	47,5 Hz

Der Wechselrichter kann kontinuierlich mit 0,85-1,15 U_N und 47,5-51,5 Hz betrieben werden und kann Gradienten bis zu 5 %U_N/min bzw. 0,5 % f_N/min durchfahren. Der quasistationäre Bereich deckt die minimalen Anforderungen hinsichtlich der quasistationären Betriebsbereiche am Netzanschlusspunkt (Bild 4 der VDE-AR-N 4110 /B/ und der VDE-AR-N 4120 /C/) ab.

Die entsprechenden Anforderungen sind für den Netzanschlusspunkt definiert und daher abschließend auch nur auf Anlagenebene unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten zu bewerten.

2.2 Blindleistungsstellbereich

Das Blindleistungsvermögen des Wechselrichters für den Spannungsbereich von 85 % bis 115 % ist in Abbildung 3 und Tabelle 3 abgebildet /1/.

Basierend auf den Kenndaten des Generators und des Umrichters ist diese Angabe plausibel.

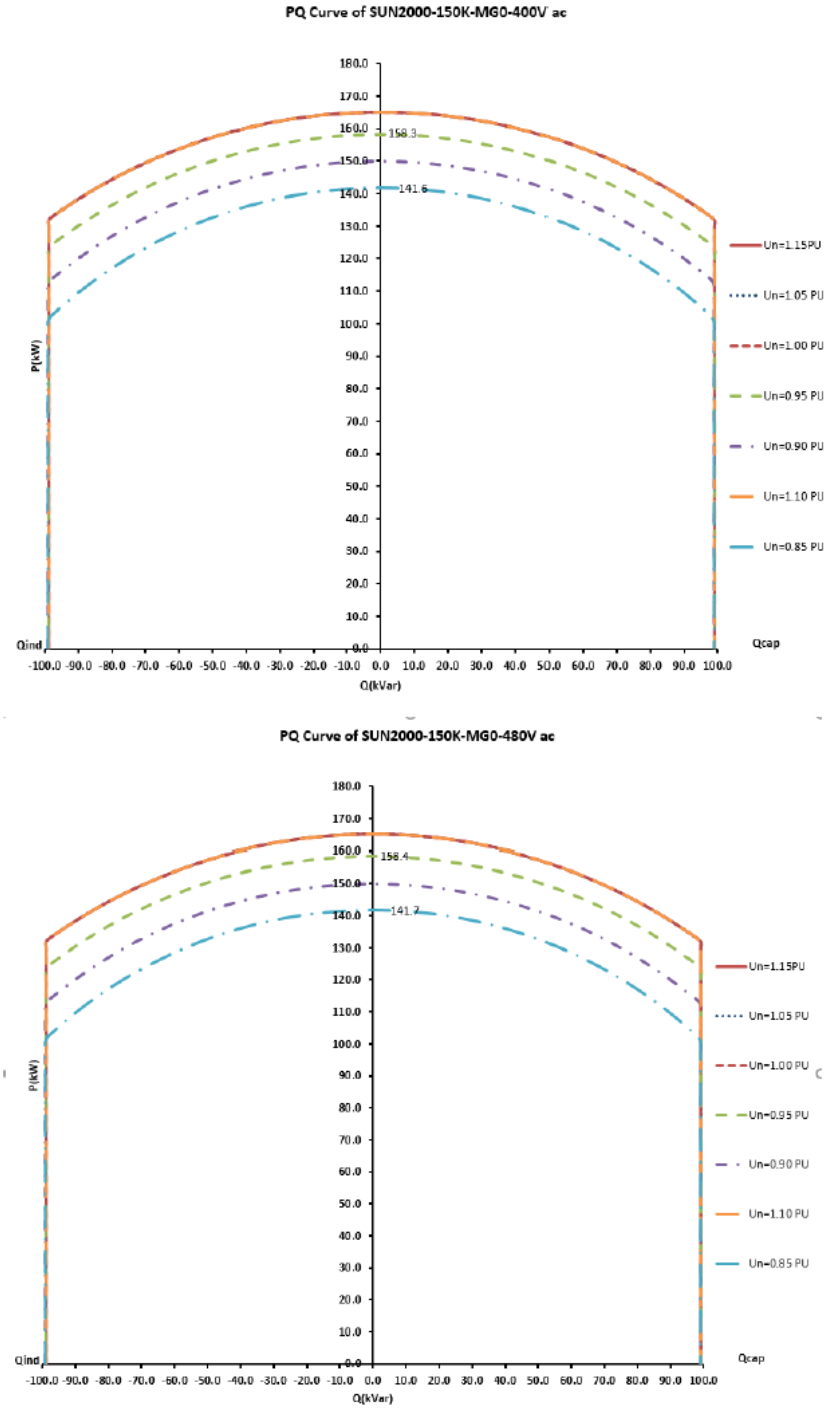

Abbildung 3: Blindleistungsstellbereich der SUN2000-150KTL-MG0 / SUN5000-150KTL-MG0, entnommen aus /1/

Tabelle 3: Blindleistungsstellbereich der SUN2000-150KTL-MG0 / SUN5000-150KTL-MG0, entnommen aus /3/

Spannung	Wirkleistung	Blindleistung
0.85 p.u.	0 ... 90 kW	-99 ... 99 kVAR
	90 ... 146,1 kW	abnehmend
0.90 p.u.	0 ... 105 kW	-99 ... 99 kVAR
	105 ... 150 kW	abnehmend
0.95 p.u.	0 ... 120 kW	-99 ... 99 kVAR
	120 ... 158,3 kW	abnehmend
1.0-1.15 p.u.	0 ... 120 kW	-99 ... 99 kVAR
	120 ... 165 kW	abnehmend

Im unteren Bereich der Wirkleistung ist die maximale Blindleistung gemäß der Abbildung 3 auch in dem Spannungsbereich von 85% bis 115% der Nennspannung konstant jedoch nimmt die maximale Blindleistung im oberen Bereich der Wirkleistung gemäß der Abbildung 3 ab. Die max. Blindleistung reduziert sich außerdem entsprechend der mit der Spannung abnehmenden max. Scheinleistung, wenn die Spannungen unterhalb der Nennspannung liegt. Eine finale Bewertung des Blindleistungsvermögens kann nur auf Anlagenebene unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten erfolgen.

3 FRT-Grenzkurve (U(t)-Diagramm)

Die FRT-Kurve, die sowohl für symmetrische als auch für unsymmetrische Fehler für den Betrieb nach VDE-AR-N 4110 /B/ und VDE-AR-N 4120 /C/ verwendet wird, ist in /3/ angegeben und in Abbildung 4 dargestellt. Die EZE bleibt innerhalb der angegebenen Unterspannungs- und Überspannungsgrenzen an das Netz angeschlossen.

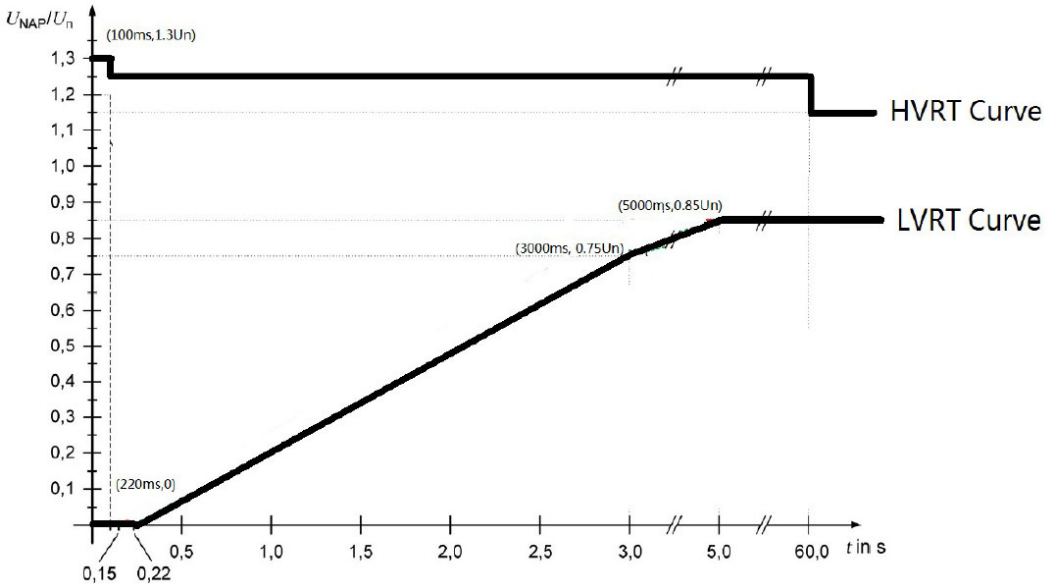

Abbildung 4: U(t)-Diagramm der SUN2000-150KTL-MG0 / SUN5000-150KTL-MG0, entnommen aus /3/

4 Schutzfunktion mit Einstellbereich

4.1 Entkopplungsschutz

Der Netzschutz ist in die Steuerung des Wechselrichters integriert. Auf Grundlage der vorliegenden Daten aus /2/ können die geforderten Schutzfunktionen und Einstellbereiche umgesetzt werden (siehe auch Tabelle 4 bis Tabelle 6).

Tabelle 4: Einstellmöglichkeiten für den Frequenzschutz /2/

Parameter	**Einstellbereich**	**Schrittweite**[*)]
Überfrequenzschutz (f> und f>>)	50,0 Hz ... 60,0 Hz	0,01 Hz
Verzögerung des Überfrequenzschutzes (f> und f>>)	0,05 s ... 7200 s	0,001 s
Unterfrequenzschutz (f< und <<f)	40,0 Hz ... 50,0 Hz	0,01 Hz
Verzögerung des Unterfrequenzschutzes (f< und <<f)	0,05 s ... 7200 s	0,001 s

Tabelle 5: Frequenzgradientenschutz (RoCoF) /1/

Parameter	**Gradient**	**Zeit**
Frequenzgradientenschutz (fix wert)	2,0 Hz/s	2,0 s

Tabelle 6: Einstellmöglichkeiten für den Über- und Unterspannungsschutz /2/

Parameter	**Einstellbereich**	**Schrittweite** [*)]
Überspannungsschutz (U>, U>> und U>>>)	100% ... 136%U_n	0,01 Un
Verzögerung des Überspannungsschutzes (U>, U>> und U>>>)	0,05 s ... 7200 s	0,001 s
Unterspannungsschutz (U<, U<< und U<<<)	(0,15% ... 100%U_n)	0,01 Un
Verzögerung des Unterspannungsschutzes (U<, U<< und U<<<)	0,05 s ... 7200 s	0,001 s

Die abschließende Prüfung muss im Rahmen der Einheitenzertifizierung erfolgen.

4.2 Eigenschutz

Er ist als Überlastungsschutz implementiert, wie in der nachstehenden Tabelle zu sehen ist.

Tabelle 7: Eigenschutz /1/

Parameter	**Spannung**	**Zeit**
Überstromschutz der Firmware	1,5 p.u.	1 ms

5 Wirkleistungsregelung

5.1 Leistungs-Frequenz-Verhalten

In /1/ und /2/ wird die entsprechende Funktionalität der Steuerung der EZE beschrieben. Es ist ersichtlich, dass die geforderte P(f)-Charakteristik durch die in den Dokumenten (/1/ und /2/) dargestellten Einstellmöglichkeiten umgesetzt werden kann.

5.2 Wirkleistungsgradient

In /1/ und /2/ wird die entsprechende Funktionalität der Steuerung der EZE beschrieben. Es ist grundsätzlich möglich, den Gradienten bei Wirkleistungsänderungen (unabhängig für Steigerung und Reduktion der Wirkleistung) im Bereich von 0,1% bis 5000% pro Sekunde bezogen auf den Parameter "P_{maxref}", welcher frei eingestellt werden kann (z.B. auch auf die Nennwirkleistung), einzustellen. Somit können die verschiedenen Anforderungen diesbezüglich umgesetzt werden.

6 Blindleistungsregelung

6.1 Blindleistungsgradient und -funktionen

In /1/ und /2/ wird die entsprechende Funktionalität der Steuerung der EZE beschrieben.

Der Gradient bei Blindleistungsänderungen kann unabhängig für Steigerung und Reduktion der Blindleistung eingestellt werden. Der Einstellbereich liegt zwischen 0,1 und 5000 %/s und bezieht sich auf maximal 0,6 S_{max}/s.

Des Weiteren sind die Funktionen Sollwertvorgabe der Blindleistung (zwischen -0,6 S_{max} und 0,6 S_{max}), Sollwertvorgabe der Leistungsfaktor cos(φ), Blindleistung in Abhängigkeit der Spannung Q(U) und Blindleistung in Abhängigkeit der Wirkleistung Q(P) implementiert.

Die Q-Regelung und cos(φ)-Regelung setzen die Sollwerte direkt um. Die anderen Reglungsmodi sind mit einer charakteristischen Funktion implementiert, die über Stützpunkte definierbar sind.

Somit ist davon auszugehen, dass alle geforderten Regelmodi der Blindleistung umgesetzt werden können.

7 Dynamische Blindstromeinspeisung

7.1 Grundsätzliche Funktionsweise

Der Hersteller beschreibt im Dokument /1/ und /2/ die dynamische Netzstützung der Wechselrichter im Fehlerfall. Bei einem Netzfehler, der bei Über- oder Unterspannung sowie bei einer sprunghaften Spannungsänderung aktiviert wird, beteiligt sich der Wechselrichter an der dynamischen Netzstützung. Die Implementierung der drei verschiedenen Fehlerauslöser ist in Abbildung 5 dargestellt.

Im Fehlerfall wird ein zusätzlicher Blindstrom eingespeist, der proportional zur Spannungsabweichung ist, sowohl im Mitsystem als auch im Gegensystem. Der Verstärkungsfaktor k ist mit dem Schritt von 0,1 zwischen 0 und 10 einstellbar. Sollten dabei die errechneten Sollwerte der Ströme die Kapazität des Umrichters überschreiten wird der Wirkstrom zugunsten der Blindstromversorgung reduziert. Diese Wirkstromreduzierung erfolgt so, dass die Scheinstrom die maximale Nennscheinstrom nicht überschreitet

Somit ist davon auszugehen, dass die geforderte Blindstromcharakteristik zur dynamischen Netzstützung bei Netzfehlern korrekt umgesetzt wird.

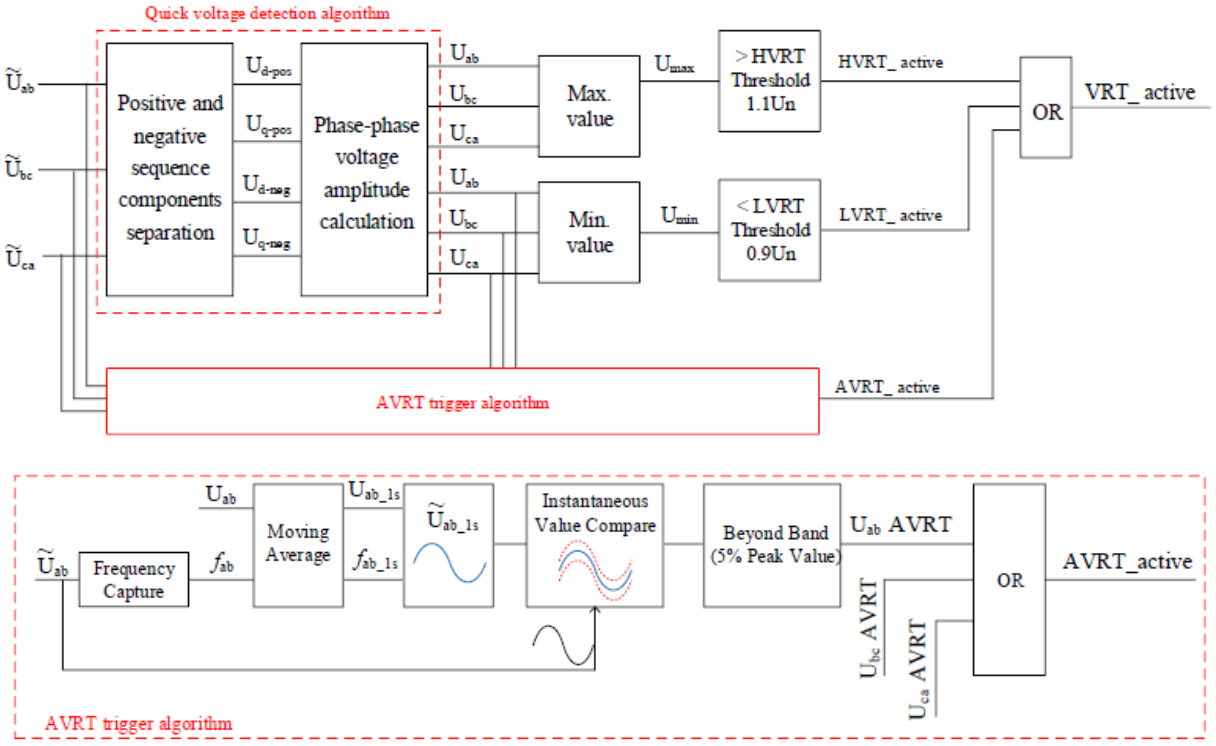

Abbildung 5: Die Implementierung der drei verschiedenen Fehlerauslöser (genannt HVRT, LVRT und AVRT) des SUN2000-150KTL-MG0 / SUN5000-150KTL-MG0. Die untere Abbildung ist eine einphasige Darstellung, aber die Funktion wurde für alle drei Phasen implementiert. /1/

8 Erklärung des Herstellers

Der Hersteller bestätigt, dass die Wechselrichter vom Typ SUN2000-150KTL-MG0 / SUN5000-150KTL-MG0 mit dem Ziel spezifiziert und konstruiert worden sind, die Anforderungen der VDE-AR-N 4110 /B/ und VDE-AR-N 4120 /C/ zu erfüllen /3/.

9 Ergebnis

Aus Sicht von DNV liegen somit im Rahmen einer ersten Plausibilitätsbetrachtung keine Informationen vor, die darauf hinweisen, dass konkrete Anforderungen der VDE-AR-N 4110 /B/ oder der VDE-AR-N 4120 /C/ durch die oben genannten Prototypen zukünftig nicht eingehalten werden könnten. Huawei bestätigt, dass die Wechselrichter vom Typ SUN2000-150KTL-MG0 / SUN5000-150KTL-MG0 mit dem Ziel spezifiziert und konstruiert worden sind, die Anforderungen der VDE-AR-N 4110 /B/ und der VDE-AR-N 4120 /C/ zu erfüllen.

10 Referenzen

/1/ Manufacturers Information: “Overview of the necessary documentation and data for the Prototype Confirmation of power generating units (PGU) in accordance with the VDE-AR-N-4110/4120 e Guideline”, V1.1, 2024.03.11

/2/ Manufacturers information: “Parameters list of SUN2000-150KTL-MG0”, V1.0, 2024.03.13

/3/ Manufacturer Declaration, V1.1, 2024.03.13

/4/ Statement of Differences, 2024.03.13