

# Konformitätsnachweis

## Erzeugungseinheit, NA-Schutz

**Antragsteller:** KOSTAL Solar Electric GmbH  
Hanferstr. 6  
79108 Freiburg i. Br.  
Deutschland

**Produkt:** Photovoltaik Wechselrichter mit integriertem NA-Schutz

<b>Modell:</b>	PIKO MP plus 1.5-1	PIKO MP plus 2.0-1	PIKO MP plus 2.5-1	PIKO MP plus 3.0-1	PIKO MP plus 3.0-2	PIKO MP plus 3.6-1	PIKO MP plus 3.6-2	PIKO MP plus 4.6-2
<b>Leistung:</b>	1500W	2000W	2500W	3000W		3680W		4600W
<b>Bemessungsspannung:</b>	230V, 50Hz							

Die oben bezeichneten Erzeugungseinheiten mit integriertem NA-Schutz erfüllen die Anforderungen der VDE-AR-N 4105 für Anlagen bis 4,6kVA pro Phase.

Der Konformitätsnachweis 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

### Netzanschlussregel:

SOP-9-1\_11 GCC Certification Program, 04/18

### VDE-AR-N 4105:2011-08

Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz.

### Mitgeltende Normen:

### E DIN VDE V 0124-100 (VDE V 0124-100):2013-10

Netzintegration von Erzeugungsanlagen – Niederspannung – Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten vorgesehen zum Anschluss und Parallelbetrieb am Niederspannungsnetz.

Ein repräsentatives Testmuster des oben genannten Erzeugnisses entspricht zum Zeitpunkt der Ausstellung dieser Bescheinigung der aufgeführten Netzanschlussregel.

**Berichtsnummer:** 17PP299-05

**Zertifikatsnummer:** 18-227-02

**Ausstelldatum:** 2018-09-05



**Tanja Rottach**  
Certification Engineer

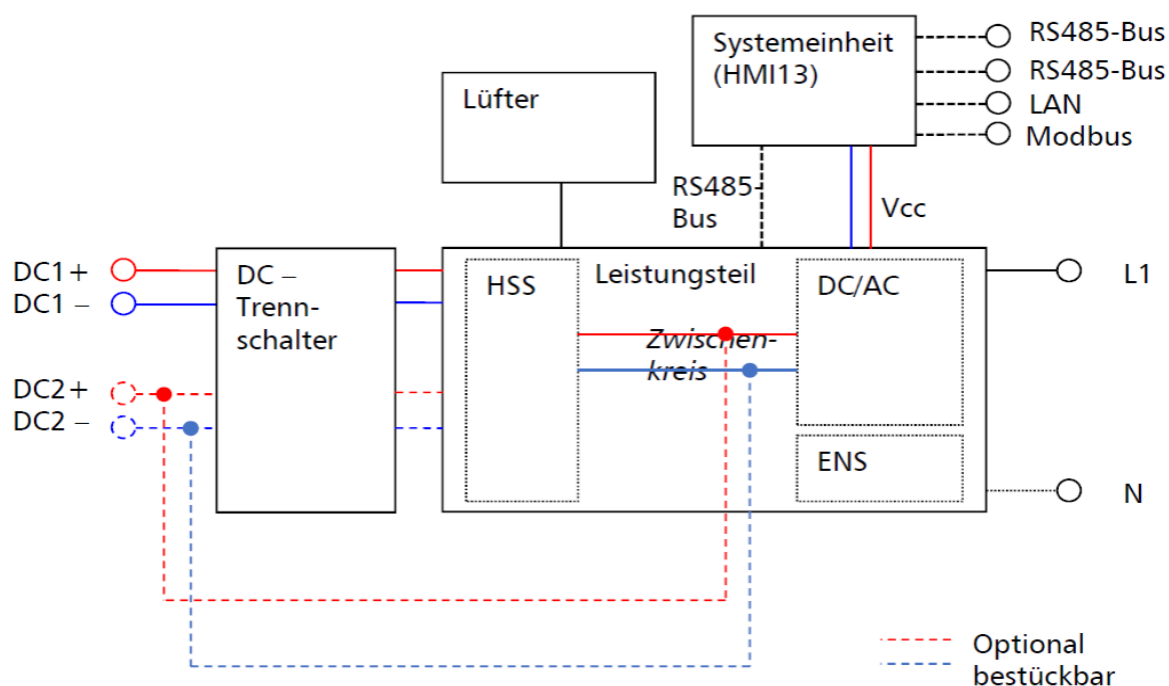


## Anhang 1

### Beschreibung der Erzeugungseinheit

Antragsteller	<b>KOSTAL Solar Electric GmbH</b> Hanferstr. 6 79108 Freiburg i. Br. <b>Deutschland</b>								
Typ	PV Wechselrichter								
Modell, Rating	PIKO MP plus 1.5-1	PIKO MP plus 2.0-1	PIKO MP plus 2.5-1	PIKO MP plus 3.0-1	PIKO MP plus 3.0-2	PIKO MP plus 3.6-1	PIKO MP plus 3.6-2	PIKO MP plus 4.6-2	
Eingangsspannung	75 - 360Vdc			125 - 600Vdc		150 - 600Vdc			
Max. Leerlaufspannung	450Vdc			750Vdc					
Eingangsstrom	13Adc max				2 x 13Adc max	13Adc max	2 x 13Adc max		
Ausgangsspannung	230Vac, 50Hz ,1ph + N + PE, cosφ 0,8ind, 0,8cap								
Ausgangsstrom	12A			14A		16A		20A	
Ausgangsleistung	1500W	2000W	2500W	3000W		3680W		4600W	

Die EZE ist ein trafoloser PV Wechselrichter mit EMV Filter am DC-Eingang sowie am AC-Ausgang. Die interne Netzüberwachung sowie zwei Relais in Serie garantieren eine fehlersichere Abschaltung.



## Anhang 2

### F.3 Auszug aus dem Prüfbericht „Bestimmung der elektrischen Eigenschaften“

Messzeitraum: | 2017-10-18 – 2018-08-30

#### Max. Wirk-/Scheinleistung

Modell:	PIKO MP plus 1.5-1	PIKO MP plus 2.0-1	PIKO MP plus 2.5-1	PIKO MP plus 3.0-1	PIKO MP plus 3.0-2	PIKO MP plus 3.6-1	PIKO MP plus 3.6-2	PIKO MP plus 4.6-2
$P_{Emax}$ :	1,50kW*	2,00kW*	2,50kW*	3,00kW*		3,70kW		4,56kW
$S_{Emax}$ :	1,50kVA*	2,00kVA*	2,50kVA*	3,00kVA*		4,07kVA		4,53kVA

\*lt. Datenblatt

#### Blindleistungsbezug

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	20	30	40	50	60	70	80	90	100
maximal möglicher $\cos\varphi_{\text{untererregt}}$	0,804	0,808	0,809	0,810	0,810	0,811	0,808	0,808	**
maximal möglicher $\cos\varphi_{\text{übererregt}}$	0,797	0,791	0,789	0,789	0,788	0,788	0,787	0,789	**

#### Einhaltung eines fest vorgegebenen Verschiebungsfaktors $\cos\varphi$

Vorgabe in der Anlagensteuerung	0,900 üb	0,920 üb	0,940 üb	0,960 üb	0,980 üb	1,000	0,980 un	0,960 un	0,940 un	0,920 un	0,900 un
Messwert an den Klemmen der EZE	0,897	0,917	0,937	0,958	0,978	1,000	0,983	0,964	0,945	0,926	0,907

#### Blindleistungsübergangsfunktion Standard- $\cos\varphi(P)$ Kennlinie

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\cos\varphi$	1,000	1,000	1,000	0,997	0,979	0,960	0,939	0,914	**

Die Standard- $\cos\varphi(P)$  Kennlinie wird eingehalten.\*\* $P_{Emax} = S_{Emax}$ 

#### Schalhandlungen

Einschalten ohne Vorgabe (zum Primärenergieträger)	$k_i$	0,051
Einschalten bei Nennbedingungen	$k_i$	0,085
Ausschalten bei Nennleistung	$k_i$	0,000
Schlechtester Wert aller Schaltvorgänge	$k_i$	0,085

#### Flicker

	PIKO MP plus 1.5-1/2.0-1/2.5-1			
Netzimpedanzwinkel $\psi_k$ :	30°	50°	70°	85°
Anlagenflickerbeiwert $c_\psi$ :	3,193	4,874	6,059	6,513
	PIKO MP plus 3.0-1/3.0-2/3.6-1/3.6-2			
Netzimpedanzwinkel $\psi_k$ :	30°	50°	70°	85°
Anlagenflickerbeiwert $c_\psi$ :	5,232	7,265	8,958	9,664
	PIKO MP plus 4.6-2			
Netzimpedanzwinkel $\psi_k$ :	30°	50°	70°	85°
Anlagenflickerbeiwert $c_\psi$ :	5,837	7,272	8,535	9,085

 $S_{kric}/S_n=50$

## Oberschwingungen

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	PIKO MP plus 1.5-1/2.0-1/2.5-1									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ordnungszahl	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]
2	0,06	0,06	0,06	0,08	0,09	0,08	0,09	0,12	0,14	0,13
3	0,10	0,19	0,25	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,44	0,37
4	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
5	0,08	0,03	0,06	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,24
6	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03
7	0,03	0,04	0,02	0,06	0,09	0,11	0,13	0,16	0,16	0,14
8	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
9	0,02	0,05	0,05	0,02	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02
11	0,01	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08
12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
13	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,04
14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
15	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05
16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
17	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,07
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
19	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,04
20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
21	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04
22	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
23	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
25	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
27	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
31	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
33	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
37	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,13
38	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,37
39	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05
40	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,24

### Zwischenharmonische

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	PIKO MP plus 1.5-1/2.0-1/2.5-1									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Frequenz [Hz]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]
75	0,13	0,15	0,18	0,24	0,27	0,27	0,32	0,4	0,45	0,47
125	0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,05	0,07	0,11	0,12	0,13
175	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,07	0,07	0,08
225	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,06	0,06	0,07
275	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
325	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05
375	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
425	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
475	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
525	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
575	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
625	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
675	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
725	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
775	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
825	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
875	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
925	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
975	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1025	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1075	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1125	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1175	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1225	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1275	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1325	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1375	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1425	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1475	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1525	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1575	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1625	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
1975	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02

## Höhere Frequenzen

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	PIKO MP plus 1.5-1/2.0-1/2.5-1									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Frequenz [kHz]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]
2,1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
2,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
2,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
2,9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
3,1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
3,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
3,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
3,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
3,9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
4,1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
4,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
4,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
4,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
4,9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
5,1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
5,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
5,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
5,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
5,9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
6,1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
6,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
6,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
6,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
6,9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
7,1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
7,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
7,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
7,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
7,9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
8,1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
8,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
8,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
8,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
8,9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

## Oberschwingungen

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	PIKO MP plus 3.0-1/3.0-2/3.6-1/3.6-2									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ordnungszahl	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]
2	0,04	0,04	0,05	0,07	0,07	0,09	0,10	0,11	0,11	0,41
3	0,05	0,04	0,11	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,29	0,39
4	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,12
5	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,09	0,10	0,22
6	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,10
7	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,07	0,07	0,12
8	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07
9	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09	0,15
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05
11	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,11
12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05
13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,09
14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,07
16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
17	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
19	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,06
20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
21	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05
22	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
23	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
27	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
33	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
37	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
38	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
39	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,41



### Zwischenharmonische

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	PIKO MP plus 3.0-1/3.0-2/3.6-1/3.6-2									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Frequenz [Hz]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]
75	0,16	0,16	0,21	0,24	0,30	0,33	0,39	0,39	0,42	1,61
125	0,04	0,04	0,05	0,08	0,08	0,10	0,11	0,11	0,09	0,39
175	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,06	0,06	0,07	0,06	0,26
225	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,21
275	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,15
325	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,13
375	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12
425	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,11
475	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,09
525	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,09
575	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08
625	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07
675	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07
725	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06
775	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
875	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,05
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04
1025	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04
1075	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04
1125	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04
1175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04
1225	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
1275	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04
1325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04
1375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
1425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04
1475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04
1575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
1675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
1725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
1775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
1825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
1875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
1925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
1975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03



## Höhere Frequenzen

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	PIKO MP plus 3.0-1/3.0-2/3.6-1/3.6-2									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Frequenz [kHz]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]
2,1	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07
2,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06
2,5	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05
2,7	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05
2,9	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
3,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
3,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
3,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
3,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
3,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
4,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04
4,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
4,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
4,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
4,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
5,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
5,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
5,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
5,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
5,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
6,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
6,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
6,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
6,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
6,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
7,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
7,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
7,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
7,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
7,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
8,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
8,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
8,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
8,7	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
8,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03

## Oberschwingungen

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	PIKO MP plus 4.6-2									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ordnungszahl	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]
2	0,02	0,02	0,04	0,03	0,06	0,06	0,09	0,10	0,10	0,14
3	0,03	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,22	0,27
4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,05
5	0,08	0,06	0,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,08	0,09	0,12
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
7	0,02	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,09	0,11
8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
9	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,06
12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
13	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07
14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
15	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
17	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
19	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
20	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
21	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09
22	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
23	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
25	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
27	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
30	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
33	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
36	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
37	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
38	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
39	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
40	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03

### Zwischenharmonische

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	PIKO MP plus 4.6-2									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Frequenz [Hz]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]
75	0,08	0,11	0,15	0,17	0,23	0,24	0,34	0,37	0,38	0,47
125	0,02	0,02	0,04	0,03	0,05	0,05	0,09	0,10	0,09	0,13
175	0,01	0,01	0,03	0,02	0,04	0,03	0,06	0,06	0,06	0,08
225	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,05	0,05	0,04	0,06
275	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,05
325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04
425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03
475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03
525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
1025	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
1075	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
1125	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1175	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
1225	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1275	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1325	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1375	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1425	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1475	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1525	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1575	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1625	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1675	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1725	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1775	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1825	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1875	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1925	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1975	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

## Höhere Frequenzen

Wirkleistung P/P <sub>n</sub> [%]	PIKO MP plus 4.6-2									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Frequenz [kHz]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]	I[%]
2,1	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
2,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
2,9	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
3,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
3,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
3,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
3,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
3,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
4,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
4,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
4,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
4,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
4,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
5,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
5,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
5,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5,7	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
5,9	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
6,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
6,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

### Anhang 3

#### F.4 Auszug aus dem Prüfbericht für den NA-Schutz „Bestimmung der elektrischen Eigenschaften“

#### NA-Schutz als integrierter NA-Schutz inkl. Kuppelschalter

Hersteller:	KOSTAL Solar Electric GmbH
Software-Version:	PIKO MP plus 3.6-2 und 4.6-2: 2.26.0 PIKO MP plus 2.5-1: 3.4.0
Messzeitraum:	2017-10-18 – 2018-08-30

Schutzfunktion	Einstellwert	Auslösewert	Abschaltzeit
Spannungsrückgangsschutz U<	0,8*U <sub>n</sub>	184,4V	199ms
Spannungssteigerungsschutz U>	1,1*U <sub>n</sub>	253,4V	10min Mittelwert
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,15*U <sub>n</sub>	264,8V	199ms
Frequenzrückgangsschutz f<	47,5Hz	47,49Hz	165ms
Frequenzsteigerungsschutz f>	51,5Hz	51,50Hz	156ms
Eigenzeit des Kuppelschalters			

Die Überprüfung der Gesamtwirkungskette „NA-Schutz – Kuppelschalter“ führte zu einer erfolgreichen Abschaltung.