

Prüfbericht für Erzeugungseinheiten gemäß F.3 VDE-AR-N 4105 und VDE V 0124-100 für STP 10000TL (STP 10000TL-20)

| | |
|--|--|
| Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheiten-Zertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" | Nr. 2014 - 009 Messzeitraum: 2.3.14 - 26.3.14 |
|--|--|

| | | | |
|---------------------------------|---|--|--------------------------------|
| Anlagentyp (EZE): | STP 10000TL-20 | Herstellerangaben (EZE) | |
| Anlagenhersteller (EZE): | SMA Solar Technology AG Sonnenallee 1 34266 Niestetal | Anlagenart: | Wechselrichter (für PV Anlage) |
| | | Wirkleistung: Nennleistung (P_n) bei Nennbedingungen ($\cos \varphi = 1$): | 10 kW |
| | | Bemessungsspannung (U_n): | 230 V |
| | | Bemessungsstrom (I_n): | 14,5 A |

| Wirk- / Blindleistungsbereich (Ermittlung des Blindleistungsbereiches und $P_{E_{max}600}$ ($P_{E_{max}}$) & $S_{E_{max}600}$ ($S_{E_{max}}$)) | | | | | |
|--|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|--|
| Leistungsfaktor $\cos \varphi$ | Messwerte bei 100% U_n : | | Messwerte bei 109% U_n : | | ermittelte maximale Werte: $P_{E_{max}600}$ ($P_{E_{max}}$): 9,992 kW $S_{E_{max}600}$ ($S_{E_{max}}$): 10,005 kVA |
| | Wirkleistung | Scheinleistung | Wirkleistung | Scheinleistung | |
| 1 | 9,992 kW | 9,992 kVA | 9,989 kW | 9,989 kVA | |
| 0,9 u | 8,975 kW | 10,004 kVA | 8,973 kW | 10,005 kVA | |
| 0,9 ü | 9,016 kW | 9,985 kVA | 9,016 kW | 9,980 kVA | |

| Wirkleistungsreduktion durch Sollwertvorgabe (Einstellgenauigkeit und Einstellzeit) | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Sollwertvorgabe [% von $P_{E_{max}}$] | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| Messwert [% von $P_{E_{max}}$] | 10,00% | 19,97% | 29,98% | 39,99% | 50,00% | 59,99% | 69,99% | 79,95% | 89,87% | 99,97% |
| Abweichung kleiner 5% $P_{E_{max}}$ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Messung der Einstellzeit (Sollwertsprung 100% → 30%): | 4 s | | | | | Einstellzeit kleiner 1 min: ✓ | | | | |

| Wirkleistungseinspeisung bei Überfrequenz (Einstellgenauigkeit und Gradient für Leistungssteigerung) | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|---------------------|------|----------------------------------|------|---|---|---------------------|------|------------------------|------|
| Frequenz | Test mit mittlerer Leistung (40 - 60% P _n) P _M [kW]: 5,003 | | | | | | Test mit hoher Leistung (>80% P _n) P _M [kW]: 9,005 | | | | | |
| | Leistungssollwert | | Messwert | | Abw. v. Sollwert | | Leistungssollwert | | Messwert | | Abw. v. Sollwert | |
| | [% P _M] | [kW] | [% P _M] | [kW] | [% P _E max] | <10% | [% P _M] | [kW] | [% P _M] | [kW] | [% P _E max] | <10% |
| 50,25 Hz | 98% | 4,90 | 98,3% | 4,92 | 0,2% | ✓ | 98% | 8,82 | 100,0% | 9,00 | 1,8% | ✓ |
| 50,70 Hz | 80% | 4,00 | 80,3% | 4,02 | 0,1% | ✓ | 80% | 7,20 | 81,8% | 7,36 | 1,6% | ✓ |
| 51,15 Hz | 62% | 3,10 | 62,3% | 3,12 | 0,2% | ✓ | 62% | 5,58 | 63,5% | 5,72 | 1,4% | ✓ |
| Wirkleistungsgradient (nach Unterschreitung von 50,2Hz): | | | | | 9,14% [% P _E max/min] | | | Bewertung (≤ 10% P _E max/min): | | | | ✓ |

| Symmetrieverhalten von Drehstromumrichtereinheiten | |
|--|--|
| SMA Wechselrichter vom Typ Sunny Tripower sind dreiphasige Erzeugungseinheiten, welche im Einspeisebetrieb symmetrisch auf alle 3 Phasen einspeisen. | |

| Blindleistungsabgabe (cos φ Einstellgenauigkeit) | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|-------|-----------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|
| Blindleistungs- vorgabe | Messpunkt (Sollwerte) | | | Messwerte (30s Mittelwerte) | | | | | Δ cos φ ISoll-Istl | zulässiger Bereich für cos φ | | Be- wertung |
| | cos φ | Leistung | U/U _n | U [V] | P [W] | Q [VAR] | S [VA] | cos φ | | | | |
| keine Vorgabe (cos φ im Bereich 0,95 _u -0,95 _ü) gemäß EN50438) in der Regel für EZA ≤ 3,68 kVA | 1,0 | 40..60% P _{E_{max}} | 0,91 | 209,5 | 5000,5 | -29,9 | 5000,7 | 1,000 | 0,000 | 0,95 _u | 0,95 _ü | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,2 | 5000,7 | -32,1 | 5000,8 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,9 | 4989,8 | -33,9 | 4990,0 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| | | 100% S _{E_{max}} | 0,91 | 209,7 | 9386,6 | -41,8 | 9386,7 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,4 | 9983,6 | -74,0 | 9983,9 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 251,1 | 9991,1 | -58,1 | 9991,3 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| Kennlinienvorgabe des VNB (cos φ Bereich 0,95 _u -0,95 _ü) in der Regel für EZA > 3,68 kVA & ≤ 13,8 kVA | 0,95 _ü | 40..60% P _{E_{max}} | 0,91 | 209,5 | 5007,3 | 1608,4 | 5259,3 | 0,952 | 0,002 | 0,94 _ü | 0,96 _ü | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,2 | 5001,9 | 1614,9 | 5256,1 | 0,952 | 0,002 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,9 | 4993,9 | 1608,8 | 5246,6 | 0,952 | 0,002 | | | ✓ |
| | | 100% S _{E_{max}} | 0,91 | 209,7 | 8956,7 | 2899,5 | 9414,4 | 0,951 | 0,001 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,4 | 9512,4 | 3066,5 | 9994,5 | 0,952 | 0,002 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 251,1 | 9501,2 | 3069,3 | 9984,6 | 0,952 | 0,002 | | | ✓ |
| | 0,95 _u | 40..60% P _{E_{max}} | 0,91 | 209,5 | 4994,66 | -1680,4 | 5269,75 | 0,948 | 0,002 | 0,94 _u | 0,96 _u | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,2 | 4999,12 | -1669,8 | 5270,64 | 0,948 | 0,002 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,9 | 4985,72 | -1676,2 | 5259,95 | 0,948 | 0,002 | | | ✓ |
| | | 100% S _{E_{max}} | 0,91 | 209,6 | 8790,03 | -2931,7 | 9266,07 | 0,949 | 0,001 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,4 | 9483,25 | -3168,2 | 9998,5 | 0,948 | 0,002 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 251,1 | 9490,48 | -3164,8 | 10004,3 | 0,949 | 0,001 | | | ✓ |
| Kennlinienvorgabe des VNB (cos φ Bereich 0,90 _u -0,90 _ü) in der Regel für EZA > 13,8 kVA | 0,90 _ü | 40..60% P _{E_{max}} | 0,91 | 209,5 | 5005,87 | 2391,82 | 5547,96 | 0,902 | 0,002 | 0,89 _ü | 0,91 _ü | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,2 | 5003,62 | 2385,94 | 5543,39 | 0,903 | 0,003 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 251,0 | 4992,97 | 2386,61 | 5534,09 | 0,902 | 0,002 | | | ✓ |
| | | 100% S _{E_{max}} | 0,91 | 209,7 | 8489,63 | 4062,3 | 9411,52 | 0,902 | 0,002 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,4 | 9012,69 | 4283,95 | 9979,05 | 0,903 | 0,003 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 251,1 | 9012,47 | 4296,52 | 9984,23 | 0,903 | 0,003 | | | ✓ |
| | 0,90 _u | 40..60% P _{E_{max}} | 0,91 | 209,5 | 4998,55 | -2446,2 | 5565 | 0,898 | 0,002 | 0,89 _u | 0,91 _u | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,2 | 4996,36 | -2448,5 | 5564,07 | 0,898 | 0,002 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,9 | 4983,86 | -2448,7 | 5552,97 | 0,898 | 0,002 | | | ✓ |
| | | 100% S _{E_{max}} | 0,91 | 209,6 | 8267,93 | -4047,9 | 9205,68 | 0,898 | 0,002 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,4 | 8971,81 | -4419,8 | 10001,4 | 0,897 | 0,003 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 251,1 | 8987,76 | -4409,2 | 10011,1 | 0,898 | 0,002 | | | ✓ |

| Verschiebungsfaktor-/Wirkleistungskennlinie $\cos \varphi$ (P) (Einstellgenauigkeit und Einstellzeit) | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------|--------|--------|-----------------------|--------|--------|--------|
| Test zur Einstellgenauigkeit (Schrittweite 10% $P_{E_{\max}}$ im Bereich 20% $P_{E_{\max}}$... maximale Wirkleistung - bei entsprechendem $\cos \varphi$) | | | | | | | | |
| Wirkleistung $P/P_{E_{\max}}$ [%] (Sollwert) | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% |
| Wirkleistung $P/P_{E_{\max}}$ [%] (Messwert) | 20,01% | 29,98% | 40,26% | 50,00% | 59,96% | 69,94% | 79,67% | 89,49% |
| $\cos \varphi$ Sollwert (gemäß VDE-AR-N 4105 5.7.5) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,980 | 0,960 | 0,941 | 0,921 |
| $\cos \varphi$ Messwert (30s Mittelwert) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,979 | 0,959 | 0,939 | 0,919 |
| Bewertung (max Messwertabweichung $\pm 0,01$) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Test zur Einschwingzeit bei Leistungssprünge 20% \rightarrow 50% und 50% \rightarrow 90% (bei entsprechendem $\cos \varphi$) | | | | | | | | |
| Wirkleistungsänderung $P_1 \Rightarrow P_2$ [% $P_{E_{\max}}$] | 20% \Rightarrow 50% | | | | 50% \Rightarrow 90% | | | |
| Ermittelte Einschwingzeit [s] | 0,000 | | | | 2,200 | | | |
| Bewertung (max 10s) | ✓ | | | | ✓ | | | |
| Aufgrund der blindleistungspriorisierenden Fahrweise reduziert sich die max. mögliche Wirkleistung bei entsprechender $\cos \varphi$ Vorgabe. Messpunkte bei 100% $P_{E_{\max}}$ mit Vorgabe $\cos \varphi \neq 1$ sind daher nicht realisierbar. | | | | | | | | |

| Schalthandlungen (schnelle Spannungsänderungen) | |
|---|--|
| Einschalten bei beliebiger Leistung | k _i 0,29 |
| Ungünstigster Fall bei Umschalten der Generatorstufen | k _i nicht zutreffend für diesen Wechselrichtertyp |
| Einschalten bei Nennleistung | k _i 0,37 |
| Ausschalten bei Nennleistung | k _i 1 |
| Schlechtester Wert aller Schalthandlungen | k _{imax} 1 |

Flicker (für Netzimpedanzwinkel $\psi_k = 32^\circ$)

| Flickerwerte | Grenzwert (DIN EN 61000-3-3) | Messwert | Mess-/Grenzwert [%] | |
|---------------------------------|------------------------------|----------|---------------------|---|
| Langzeit-flickerstärke P_{fl} | 0,65 | 0,07 | 10,8% | ✓ |
| Flickerbeiwert c_{Fk} | — | 1,31 | — | — |

Die Messung erfolgte gemäß P_{fl} der Norm DIN EN 61000-3-3. Die Grenzwerte der DIN EN 61000-3-3 werden eingehalten.

Die Rückwirkungen gelten damit für Erzeugungsanlagen mit Bemessungsströmen $\leq 75A$ als ausreichend begrenzt (Kap. 5.4.3).

Oberschwingungen

| Ordnungs- zahl | Frequenz [Hz] | Grenzwerte | | Wirkleistungsbin P/P_n [%]: | | | | | | | | | | | | Bewertung | |
|-------------------|------------------|------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|-----------|--|
| | | DIN EN 61000-3-2 | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | max Messwert / Grenzwert [%] | | |
| | | I [A] | I/I_n [%] | Messwerte I_v/I_n [%] | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 50 | — | — | 1,80 | 10,07 | 20,23 | 30,39 | 40,68 | 50,92 | 62,28 | 74,20 | 86,57 | 99,21 | 99,8 | — | — | |
| 2 | 100 | 1,08 | 8,308 | 0,20 | 0,34 | 0,26 | 0,25 | 0,35 | 0,26 | 0,33 | 0,36 | 0,49 | 0,31 | 0,32 | 5,93% | ✓ | |
| 3 | 150 | 2,3 | 17,692 | 0,19 | 0,22 | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,25 | 0,20 | 0,21 | 0,29 | 0,25 | 0,31 | 1,75% | ✓ | |
| 4 | 200 | 0,43 | 3,308 | 0,31 | 0,76 | 0,45 | 0,42 | 0,43 | 0,39 | 0,40 | 0,39 | 0,64 | 0,32 | 0,27 | 22,86% | ✓ | |
| 5 | 250 | 1,14 | 8,769 | 0,16 | 0,62 | 0,63 | 0,55 | 0,49 | 0,47 | 0,53 | 0,59 | 0,57 | 0,56 | 0,75 | 8,56% | ✓ | |
| 6 | 300 | 0,3 | 2,308 | 0,22 | 0,56 | 0,32 | 0,30 | 0,27 | 0,39 | 0,23 | 0,21 | 0,18 | 0,14 | 0,09 | 24,47% | ✓ | |
| 7 | 350 | 0,77 | 5,923 | 0,57 | 0,38 | 0,33 | 0,40 | 0,41 | 0,46 | 0,39 | 0,25 | 0,24 | 0,21 | 0,81 | 13,60% | ✓ | |
| 8 | 400 | 0,23 | 1,769 | 0,12 | 0,18 | 0,18 | 0,16 | 0,15 | 0,29 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,06 | 16,11% | ✓ | |
| 9 | 450 | 0,4 | 3,077 | 0,09 | 0,18 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,10 | 0,12 | 0,07 | 5,96% | ✓ | |
| 10 | 500 | 0,184 | 1,415 | 0,08 | 0,12 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,07 | 8,78% | ✓ | |
| 11 | 550 | 0,33 | 2,538 | 0,23 | 0,45 | 0,34 | 0,39 | 0,41 | 0,42 | 0,41 | 0,44 | 0,33 | 0,37 | 0,50 | 19,81% | ✓ | |
| 12 | 600 | 0,1533 | 1,179 | 0,07 | 0,09 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 7,85% | ✓ | |
| 13 | 650 | 0,21 | 1,615 | 0,20 | 0,19 | 0,20 | 0,13 | 0,17 | 0,23 | 0,10 | 0,32 | 0,27 | 0,39 | 0,17 | 23,88% | ✓ | |
| 14 | 700 | 0,1314 | 1,011 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 8,28% | ✓ | |
| 15 | 750 | 0,15 | 1,154 | 0,08 | 0,09 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 7,82% | ✓ | |
| 16 | 800 | 0,115 | 0,885 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 7,42% | ✓ | |
| 17 | 850 | 0,1324 | 1,018 | 0,07 | 0,30 | 0,31 | 0,22 | 0,24 | 0,25 | 0,11 | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,28 | 32,54% | ✓ | |
| 18 | 900 | 0,1022 | 0,786 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 5,29% | ✓ | |
| 19 | 950 | 0,1184 | 0,911 | 0,10 | 0,13 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,11 | 0,19 | 0,13 | 0,12 | 0,27 | 29,36% | ✓ | |
| 20 | 1000 | 0,092 | 0,708 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 5,15% | ✓ | |
| 21 | 1050 | 0,1071 | 0,824 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 7,23% | ✓ | |
| 22 | 1100 | 0,0836 | 0,643 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 4,89% | ✓ | |
| 23 | 1150 | 0,0978 | 0,753 | 0,11 | 0,13 | 0,20 | 0,16 | 0,13 | 0,14 | 0,12 | 0,19 | 0,20 | 0,18 | 0,21 | 28,35% | ✓ | |
| 24 | 1200 | 0,0767 | 0,590 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 4,90% | ✓ | |
| 25 | 1250 | 0,09 | 0,692 | 0,14 | 0,09 | 0,11 | 0,06 | 0,09 | 0,05 | 0,08 | 0,14 | 0,17 | 0,24 | 0,12 | 34,32% | ✓ | |
| 26 | 1300 | 0,0708 | 0,544 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 4,92% | ✓ | |
| 27 | 1350 | 0,0833 | 0,641 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,04 | 12,75% | ✓ | |
| 28 | 1400 | 0,0657 | 0,505 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 4,85% | ✓ | |
| 29 | 1450 | 0,0776 | 0,597 | 0,08 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 0,10 | 0,09 | 16,63% | ✓ | |
| 30 | 1500 | 0,0613 | 0,472 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 4,37% | ✓ | |
| 31 | 1550 | 0,0726 | 0,558 | 0,11 | 0,10 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,09 | 18,21% | ✓ | |
| 32 | 1600 | 0,0575 | 0,442 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 4,14% | ✓ | |
| 33 | 1650 | 0,0682 | 0,524 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 11,11% | ✓ | |
| 34 | 1700 | 0,0541 | 0,416 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 3,77% | ✓ | |
| 35 | 1750 | 0,0643 | 0,495 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 15,77% | ✓ | |
| 36 | 1800 | 0,0511 | 0,393 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 3,61% | ✓ | |
| 37 | 1850 | 0,0608 | 0,468 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 13,35% | ✓ | |
| 38 | 1900 | 0,0484 | 0,372 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 3,70% | ✓ | |
| 39 | 1950 | 0,0577 | 0,444 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 4,79% | ✓ | |
| 40 | 2000 | 0,046 | 0,354 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 4,28% | ✓ | |

Die Norm EN 61000-3-2 wird eingehalten. Die Rückwirkungen gelten damit für Erzeugungsanlagen mit Bemessungsströmen $\leq 75A$ als ausreichend begrenzt (Kapitel 5.4.4).

| Zwischenharmonische | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------|-------------------------------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|-------------|-------------|------|
| Ordnungs- zahl | Frequenz [Hz] | Wirkleistungsbin P/P_n [%]: | | | | | | | | | | |
| | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| | | Messwerte I_v/I_n [%] | | | | | | | | | | |
| 1,5 | 75 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,11 | 0,09 | 0,08 |
| 2,5 | 125 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,19 | 0,09 | 0,08 |
| 3,5 | 175 | 0,05 | 0,12 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,14 | 0,10 | 0,08 |
| 4,5 | 225 | 0,05 | 0,18 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,22 | 0,10 | 0,06 |
| 5,5 | 275 | 0,05 | 0,17 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,09 | 0,05 |
| 6,5 | 325 | 0,05 | 0,18 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,12 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,05 |
| 7,5 | 375 | 0,05 | 0,11 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,05 |
| 8,5 | 425 | 0,05 | 0,10 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,11 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,05 |
| 9,5 | 475 | 0,06 | 0,10 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,05 |
| 10,5 | 525 | 0,06 | 0,10 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,05 |
| 11,5 | 575 | 0,06 | 0,09 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,05 |
| 12,5 | 625 | 0,06 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,05 |
| 13,5 | 675 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,05 |
| 14,5 | 725 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,05 |
| 15,5 | 775 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,05 |
| 16,5 | 825 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,04 |
| 17,5 | 875 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,04 |
| 18,5 | 925 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,04 |
| 19,5 | 975 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 |
| 20,5 | 1025 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 |
| 21,5 | 1075 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| 22,5 | 1125 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 23,5 | 1175 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 24,5 | 1225 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 25,5 | 1275 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 26,5 | 1325 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 |
| 27,5 | 1375 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 28,5 | 1425 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 29,5 | 1475 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 30,5 | 1525 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| 31,5 | 1575 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 32,5 | 1625 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 33,5 | 1675 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 34,5 | 1725 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 35,5 | 1775 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 36,5 | 1825 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 37,5 | 1875 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 38,5 | 1925 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 39,5 | 1975 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

| Höhere Frequenzen | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ordnungs- zahl | Frequenz [Hz] | Wirkleistungsbin P/P_n [%]: | | | | | | | | | | |
| | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| | | Messwerte I_v/I_n [%] | | | | | | | | | | |
| 42 | 2100 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| 46 | 2300 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 |
| 50 | 2500 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| 54 | 2700 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| 58 | 2900 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| 62 | 3100 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| 66 | 3300 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| 70 | 3500 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 74 | 3700 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 |
| 78 | 3900 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 82 | 4100 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 86 | 4300 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 90 | 4500 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| 94 | 4700 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| 98 | 4900 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 |
| 102 | 5100 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 106 | 5300 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 110 | 5500 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 114 | 5700 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 118 | 5900 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 122 | 6100 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 126 | 6300 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 130 | 6500 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 134 | 6700 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 138 | 6900 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 142 | 7100 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 146 | 7300 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 150 | 7500 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 154 | 7700 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 158 | 7900 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 162 | 8100 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 166 | 8300 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 170 | 8500 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 174 | 8700 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 178 | 8900 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Prüfbericht für Erzeugungseinheiten gemäß F.4 VDE-AR-N 4105 und VDE V 0124-100 für STP 10000TL (STP 10000TL-20) mit integriertem NA-Schutz

Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheiten-Zertifikat
 "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften"

Nr. 2014 - 009
 Messzeitraum: 2.3.14 - 26.3.14

| | | | | |
|----------------|---|----------|---|---|
| Typ NA-Schutz: | SMA Grid Guard | Version: | 3 | Weitere Herstellerangaben |
| Hersteller: | SMA Solar Technology AG Sonnenallee 1 34266 Niestetal | | | Interner NA-Schutz mit integriertem Kuppelschalter: Typ Schalteinrichtung 1: Leistungsrelais Typ Schalteinrichtung 2: Leistungsrelais |

Funktionale Sicherheit (Einfehlersicherheit)

Die Anforderungen der VDE-AR-N 4105 zur "Funktionalen Sicherheit" sind identisch mit den entsprechenden Anforderungen der DIN V VDE V 0126-1-1. Der Nachweis der Einhaltung dieser Anforderung ist daher durch die Unbedenklichkeitsbescheinigung zur DIN V VDE V 0126-1-1 (ausgestellt von der BG ETEM - abrufbar unter www.sma.de) erbracht.

Spannungs- und Frequenzschutzeinrichtung

| Schutzfunktion | Überprüfung Abschaltgrenzwert | | | | Überprüfung Abschaltzeit | | |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|
| | Einstellwert normativ | zulässige Toleranz | Auslösewert - (Messwert *) | | Einstellwert normativ | Abschaltzeit (Messwert*) | Be- wertung |
| Spannungsrückgangsschutz U< | 0,8 Un | ± 1% Un | 0,796 Un | 0,798 Un | 0,2 s | 0,193 s | ✓ |
| Spannungssteigerungsschutz U>> | 1,15 Un | ± 1% Un | 1,148 Un | 1,149 Un | 0,2 s | 0,193 s | ✓ |
| Frequenzrückgangsschutz f< | 47,5 Hz | ± 0,1% fn | 47,52 Hz | | 0,2 s | 0,171 s | ✓ |
| Frequenzsteigerungsschutz f> | 51,5 Hz | ± 0,1% fn | 51,5 Hz | | 0,2 s | 0,187 s | ✓ |

Die Messwerte zur Abschaltzeit beinhalten die Auslösezeit des NA-Schutzes sowie die Eigenzeit des Kuppelschalters.

Eigenzeit des Kuppelschalters 15,0 ms

* Die angegebenen Messwerte entsprechen dem jeweiligen maximalen Wert der Messreihe für die Auslösezeit und den Auslösewert (U> & f>) bzw. dem minimalen Wert der Messreihe des Auslösewertes (U< & f<)

Spannungssteigerungsschutz U> (gleitender 10min Mittelwert mit Grenzwert 1,1 Un)

| Testsequenz | Bewertungskriterium | Abschaltzeit | Bewertung |
|--|--|--------------|-----------|
| 100% Un für 600s - danach Änderung auf 112% Un | Nach Spannungsänderung - Abschaltung in 600s | 496,7 s | ✓ |
| 100% Un für 600s - danach Änderung auf 108% Un | Nach Spannungsänderung - keine Abschaltung | keine Absch. | ✓ |
| 106% Un für 600s - danach Änderung auf 114% Un | Nach Spannungsänderung - Absch. in 225..375s | 291,1 s | ✓ |

Aktive Inselnetzserkennung Test gemäß VDE-AR-N 4105 D.1 (Inselnetzserkennung mit Hilfe des Schwingkreistestes)

| | | | |
|---|--------|-------------------------------|---|
| Ermittelte Abschaltzeit (maximaler Wert der Messreihen) | 0,49 s | Bewertung (Abschaltzeit < 5s) | ✓ |
|---|--------|-------------------------------|---|

Zuschaltbedingungen und Synchronisierung

| Testsequenz | Bewertungskriterium | Wiederzuschaltzeit | Bewertung |
|---|-------------------------------------|-------------------------|-----------|
| Frequenz dauerhaft kleiner 47,45 Hz | keine Wiederzuschaltung erlaubt | keine Wiederzuschaltung | ✓ |
| Frequenzänderung auf Wert im Bereich 47,45 ... 50,0 Hz | Wiederzuschaltung nach 60 s erlaubt | 69 s | ✓ |
| nach Abschaltung Frequenz dauerhaft größer 50,10 Hz | keine Wiederzuschaltung erlaubt | keine Wiederzuschaltung | ✓ |
| Frequenzänderung auf Wert im Bereich 50,0 ... 50,10 Hz | Wiederzuschaltung nach 60 s erlaubt | 67,9 s | ✓ |
| Spannung dauerhaft kleiner 84% Un | keine Wiederzuschaltung erlaubt | keine Wiederzuschaltung | ✓ |
| Spannungsänderung auf Wert im Bereich 84 ... 100% Un | Wiederzuschaltung nach 60 s erlaubt | 69,2 s | ✓ |
| Spannung dauerhaft größer 111% Un | keine Wiederzuschaltung erlaubt | keine Wiederzuschaltung | ✓ |
| Spannungsänderung auf Wert im Bereich 100 ... 111% Un | Wiederzuschaltung nach 60 s erlaubt | 69,1 s | ✓ |
| Spannungseinbruch (≤77% Un) für 2 s - Kurzunterbrechung | Wiederzuschaltung nach 5 s erlaubt | 10,59 s | ✓ |
| Spannungseinbruch (≤77% Un) für 4 s - Kurzunterbrechung | Wiederzuschaltung nach 60 s erlaubt | 69,2 s | ✓ |