

Prüfbericht für Erzeugungseinheiten gemäß F.3 VDE-AR-N 4105 und VDE V 0124-100 für Sunny Tripower 25000TL (STP 25000TL-30)

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

Nr. 2014 - 014
Messzeitraum: 24.08.14 - 29.08.14

| | | | |
|---------------------------------|---|---|--------------------------------|
| Anlagentyp (EZE): | STP 25000TL-30 | Herstellerangaben (EZE) | |
| Anlagenhersteller (EZE): | SMA Solar Technology AG Sonnenallee 1 34266 Niestetal | Anlagenart: | Wechselrichter (für PV Anlage) |
| | | Wirkleistung: Nennleistung (P_n) bei Nennbedingungen ($\cos \varphi = 1$): | 25 kW |
| | | Bemessungsspannung (U_n): | 230 V |
| | | Bemessungsstrom (I_n): | 36,2 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: $P_{E_{max}600}$ ($P_{E_{max}}$): 25,354 kW $S_{E_{max}600}$ ($S_{E_{max}}$): 25,398 kVA |
| | Wirkleistung | Scheinleistung | Wirkleistung | Scheinleistung | |
| 1 | 25,354 kW | 25,354 kVA | 25,326 kW | 25,326 kVA | |
| 0,9 u | 22,881 kW | 25,398 kVA | 22,839 kW | 25,362 kVA | |
| 0,9 ü | 22,820 kW | 25,347 kVA | 22,788 kW | 25,315 kVA | |

| Wirkleistungsreduktion durch Sollwertvorgabe (Einstellgenauigkeit und Einstellzeit) | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|--------|--------|--------|---------|
| Sollwertvorgabe [% von $P_{E_{max}}$] | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |
| Messwert [% von $P_{E_{max}}$] | 10,54% | 20,61% | 30,70% | 40,80% | 50,90% | 61,08% | 71,23% | 81,37% | 91,53% | 101,40% |
| Abweichung kleiner 5% $P_{E_{max}}$ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Messung der Einstellzeit (Sollwertsprung 100% → 30%): | 4,4 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]: 12,484 | | | | | | Test mit hoher Leistung (>80% P _n) P _M [kW]: 22,443 | | | | | |
| | 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% | 12,23 | 98,0% | 12,23 | 0,0% | ✓ | 98% | 21,99 | 99,4% | 22,31 | 1,2% | ✓ |
| 50,70 Hz | 80% | 9,99 | 80,2% | 10,02 | 0,1% | ✓ | 80% | 17,95 | 81,3% | 18,24 | 1,1% | ✓ |
| 51,15 Hz | 62% | 7,74 | 62,5% | 7,80 | 0,2% | ✓ | 62% | 13,91 | 63,2% | 14,17 | 1,0% | ✓ |
| Wirkleistungsgradient (nach Unterschreitung von 50,2Hz): | | | | | 9,30% [% 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 0,95u-0,95ü gemäß EN50438) in der Regel für EZA $\leq 3,68$ kVA | 1,0 | 40..60% P _E max | 0,91 | 209,2 | 12725,9 | 28,1 | 12725,9 | 1,000 | 0,000 | 0,95u | 0,95ü | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 12702,8 | 8,4 | 12702,9 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,7 | 12692,1 | 3,2 | 12692,2 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| | | 100% S _E max | 0,91 | 209,2 | 23606,9 | 63,5 | 23607,0 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 25334,7 | 15,1 | 25334,7 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,6 | 25331,4 | 25,0 | 25331,5 | 1,000 | 0,000 | | | ✓ |
| Kennlinienvorgabe des VNB (cos ϕ Bereich 0,95u-0,95ü) in der Regel für EZA $> 3,68$ kVA & $\leq 13,8$ kVA | 0,95ü | 40..60% P _E max | 0,91 | 209,2 | 12712,2 | 4152,1 | 13373,2 | 0,951 | 0,001 | 0,94ü | 0,96ü | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 12691,8 | 4150,5 | 13353,2 | 0,950 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,7 | 12673,2 | 4157,6 | 13337,8 | 0,950 | 0,000 | | | ✓ |
| | | 100% S _E max | 0,91 | 209,2 | 22454,5 | 7439,2 | 23654,8 | 0,949 | 0,001 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 24069,1 | 7929,2 | 25341,7 | 0,950 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,7 | 24028,9 | 7927,1 | 25302,8 | 0,950 | 0,000 | | | ✓ |
| | 0,95u | 40..60% P _E max | 0,91 | 209,3 | 12736,6 | -4156,2 | 13397,6 | 0,951 | 0,001 | 0,94u | 0,96u | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 12719,1 | -4155,7 | 13380,8 | 0,951 | 0,001 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,7 | 12707,4 | -4156,2 | 13369,8 | 0,950 | 0,000 | | | ✓ |
| | | 100% S _E max | 0,91 | 209,2 | 22339,3 | -7239,5 | 23483,2 | 0,951 | 0,001 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 24118 | -7875,5 | 25371,4 | 0,951 | 0,001 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,6 | 24085,9 | -7866,4 | 25338 | 0,951 | 0,001 | | | ✓ |
| Kennlinienvorgabe des VNB (cos ϕ Bereich 0,90u-0,90ü) in der Regel für EZA $> 13,8$ kVA | 0,90ü | 40..60% P _E max | 0,91 | 209,2 | 12695,7 | 6155,76 | 14109,4 | 0,900 | 0,000 | 0,89ü | 0,91ü | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 12676 | 6137,44 | 14083,7 | 0,900 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,7 | 12662,2 | 6117,87 | 14062,9 | 0,900 | 0,000 | | | ✓ |
| | | 100% S _E max | 0,91 | 209,2 | 21271,7 | 10336,5 | 23650,2 | 0,899 | 0,001 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 22808,3 | 11028,1 | 25334,6 | 0,900 | 0,000 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,6 | 22776,4 | 11051 | 25316 | 0,900 | 0,000 | | | ✓ |
| | 0,90u | 40..60% P _E max | 0,91 | 209,2 | 12758,9 | -6098,2 | 14141,4 | 0,902 | 0,002 | 0,89u | 0,91u | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 12737,8 | -6103,4 | 14124,5 | 0,902 | 0,002 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,7 | 12713,6 | -6127,6 | 14113,3 | 0,901 | 0,001 | | | ✓ |
| | | 100% S _E max | 0,91 | 209,2 | 21136,2 | -10131 | 23439 | 0,902 | 0,002 | | | ✓ |
| | | | 1,0 | 230,0 | 22857,1 | -11031 | 25379,6 | 0,901 | 0,001 | | | ✓ |
| | | | 1,09 | 250,7 | 22845,9 | -10997 | 25354,9 | 0,901 | 0,001 | | | ✓ |

| Verschiebungsfaktor-/Wirkleistungskennlinie cos φ (P) (Einstellgenauigkeit und Einstellzeit) | | | | | | | | |
|---|------------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|
| Test zur Einstellgenauigkeit (Schrittweite 10% P _{E_{max}} im Bereich 20% P _{E_{max}} ... maximale Wirkleistung - bei entsprechendem cos φ) | | | | | | | | |
| Wirkleistung P/P _{E_{max}} [%] (Sollwert) | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% |
| Wirkleistung P/P _{E_{max}} [%] (Messwert) | 20,14% | 29,90% | 40,03% | 50,03% | 60,17% | 70,09% | 79,96% | 89,61% |
| cos φ Sollwert (gemäß VDE-AR-N 4105 5.7.5) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,980 | 0,960 | 0,940 | 0,921 |
| cos φ Messwert (30s Mittelwert) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,982 | 0,962 | 0,943 | 0,924 |
| Bewertung (max Messwertabweichung ± 0,01) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Test zur Einschwingzeit bei Leistungssprünge 20%→50% und 50%→90% (bei entsprechendem cos φ) | | | | | | | | |
| Wirkleistungsänderung P ₁ => P ₂ [% P _{E_{max}}] | 20% => 50% | | | | 50% => 90% | | | |
| Ermittelte Einschwingzeit [s] | 0,000 | | | | 2,400 | | | |
| Bewertung (max 10s) | ✓ | | | | ✓ | | | |
| Aufgrund der blindleistungspriorisierenden Fahrweise reduziert sich die max. mögliche Wirkleistung bei entsprechender cos φ Vorgabe. Messpunkte bei 100% P _{E_{max}} mit Vorgabe cos φ ≠ 1 sind daher nicht realisierbar. | | | | | | | | |

| Schalthandlungen (schnelle Spannungsänderungen) | |
|---|--|
| Einschalten bei beliebiger Leistung | k _i 0,07 |
| Ungünstigster Fall bei Umschalten der Generatorstufen | k _i nicht zutreffend für diesen Wechselrichtertyp |
| Einschalten bei Nennleistung | k _i 0,07 |
| Ausschalten bei Nennleistung | k _i 1 |
| Schlechtester Wert aller Schaltvorgänge | k _{imax} 1 |

| Flicker (für Netzimpedanzwinkel $\psi_k = 32^\circ$) | | | | |
|---|-------------------------------|----------|---------------------|---|
| Flickerwerte | Grenzwert (DIN EN 61000-3-11) | Messwert | Mess-/Grenzwert [%] | |
| Langzeit-flickerstärke P_{fl} | 0,65 | 0,09 | 13,85% | ✓ |
| Flickerbeiwert c_{Fk} | — | 0,93 | — | — |

Die Messung erfolgte gemäß P_{fl} der Norm DIN EN 61000-3-11. Die Grenzwerte der DIN EN 61000-3-11 werden eingehalten.

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

| Oberschwingungen | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------|-----------|--|
| Ord- nungs- zahl | Frequenz [Hz] | Grenzwerte | Wirkleistungsbin P/P _n [%]: | | | | | | | | | | | | Bewertung | |
| | | DIN EN 61000-3-12 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | max Messwert / Grenzwert [%] | | |
| | | I /I _n [%] | Messwerte I _v /I _n [%] | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 50 | — | 3,87 | 10,04 | 20,38 | 30,53 | 40,77 | 51,18 | 62,47 | 74,24 | 86,62 | 99,21 | 102,0 | — | — | |
| 2 | 100 | 8,000 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,23 | <div><div></div></div> 2,89% | ✓ | |
| 3 | 150 | — | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,18 | 0,15 | — | — | |
| 4 | 200 | 4,000 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,12 | 0,10 | <div><div></div></div> 3,03% | ✓ | |
| 5 | 250 | 10,700 | 0,42 | 0,93 | 0,83 | 0,70 | 0,64 | 0,62 | 0,74 | 0,73 | 0,69 | 0,70 | 0,35 | <div><div></div></div> 8,66% | ✓ | |
| 6 | 300 | 2,667 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | <div><div></div></div> 1,61% | ✓ | |
| 7 | 350 | 7,200 | 0,36 | 0,20 | 0,12 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,11 | 0,07 | 0,11 | 0,19 | 0,15 | <div><div></div></div> 2,73% | ✓ | |
| 8 | 400 | 2,000 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | <div><div></div></div> 1,49% | ✓ | |
| 9 | 450 | — | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | — | — | |
| 10 | 500 | 1,600 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | <div><div></div></div> 1,76% | ✓ | |
| 11 | 550 | 3,100 | 0,19 | 0,08 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,29 | 0,41 | 0,38 | 0,33 | 0,29 | 0,18 | <div><div></div></div> 13,08% | ✓ | |
| 12 | 600 | 1,333 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | <div><div></div></div> 1,78% | ✓ | |
| 13 | 650 | 2,000 | 0,11 | 0,18 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | 0,15 | 0,18 | 0,27 | 0,33 | 0,36 | 0,16 | <div><div></div></div> 17,85% | ✓ | |
| 14 | 700 | — | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | — | — | |
| 15 | 750 | — | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | — | — | |
| 16 | 800 | — | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | — | — | |
| 17 | 850 | — | 0,08 | 0,13 | 0,04 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,12 | 0,06 | 0,07 | 0,11 | 0,11 | — | — | |
| 18 | 900 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | — | — | |
| 19 | 950 | — | 0,06 | 0,04 | 0,12 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,16 | 0,17 | 0,13 | 0,08 | 0,11 | — | — | |
| 20 | 1000 | — | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | — | — | |
| 21 | 1050 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | — | — | |
| 22 | 1100 | — | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | — | — | |
| 23 | 1150 | — | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | — | — | |
| 24 | 1200 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | — | — | |
| 25 | 1250 | — | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,08 | — | — | |
| 26 | 1300 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | — | — | |
| 27 | 1350 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | — | — | |
| 28 | 1400 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | — | — | |
| 29 | 1450 | — | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,01 | 0,06 | 0,09 | 0,06 | — | — | |
| 30 | 1500 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | — | — | |
| 31 | 1550 | — | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | — | — | |
| 32 | 1600 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | — | — | |
| 33 | 1650 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | — | — | |
| 34 | 1700 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | — | — | |
| 35 | 1750 | — | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | — | — | |
| 36 | 1800 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | — | — | |
| 37 | 1850 | — | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | — | — | |
| 38 | 1900 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | — | — | |
| 39 | 1950 | — | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | — | — | |
| 40 | 2000 | — | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | — | — | |
| Die Norm EN 61000-3-12 wird eingehalten. Die Rückwirkungen gelten damit für Erzeugungsanlagen mit Bemessungsströmen ≤ 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 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 2,5 | 125 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| 3,5 | 175 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,03 |
| 4,5 | 225 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,03 |
| 5,5 | 275 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 6,5 | 325 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 7,5 | 375 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 8,5 | 425 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| 9,5 | 475 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| 10,5 | 525 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| 11,5 | 575 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| 12,5 | 625 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| 13,5 | 675 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 14,5 | 725 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 15,5 | 775 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 16,5 | 825 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 17,5 | 875 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 18,5 | 925 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 19,5 | 975 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 20,5 | 1025 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 21,5 | 1075 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 22,5 | 1125 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| 23,5 | 1175 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| 24,5 | 1225 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 25,5 | 1275 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 26,5 | 1325 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 27,5 | 1375 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 28,5 | 1425 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 29,5 | 1475 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 30,5 | 1525 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 31,5 | 1575 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 32,5 | 1625 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 33,5 | 1675 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 34,5 | 1725 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 35,5 | 1775 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 36,5 | 1825 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 37,5 | 1875 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 38,5 | 1925 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 39,5 | 1975 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

| 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 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,04 |
| 46 | 2300 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,03 |
| 50 | 2500 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 54 | 2700 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 58 | 2900 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 62 | 3100 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 66 | 3300 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 70 | 3500 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 74 | 3700 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 78 | 3900 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| 82 | 4100 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| 86 | 4300 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 90 | 4500 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 94 | 4700 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 98 | 4900 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 102 | 5100 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 106 | 5300 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 110 | 5500 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| 114 | 5700 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| 118 | 5900 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 122 | 6100 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 126 | 6300 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 150 | 7500 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 154 | 7700 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| 158 | 7900 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 |
| 162 | 8100 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| 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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| 174 | 8700 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 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 Sunny Tripower 25000TL (STP 25000TL-30) mit integriertem NA-Schutz

| | |
|--|---|
| Auszug aus dem Prüfbericht zum Einheiten-Zertifikat "Bestimmung der elektrischen Eigenschaften" | Nr. 2014 - 014 Messzeitraum: 24.08.14 - 29.08.14 |
|--|---|

| | | |
|---|---|---------------------------|
| Typ NA-Schutz: SMA Grid Guard | Version: 4 | 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 | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|----------------|--------------------------|--------------|----------------|
| | Überprüfung Abschaltgrenzwert | | | | | Überprüfung Abschaltzeit | | |
| | Einstellwert | zulässige | Auslösewert - (Messwert *) | | Be- wertung | Einstellwert | Abschaltzeit | Be- wertung |
| Schutzfunktion | normativ | Tolerranz | L - L | L - N | | normativ | (Messwert*) | |
| Spannungsrückgangsschutz U< | 0,8 U _n | ± 1% U _n | 0,795 U _n | 0,799 U _n | ✓ | 0,2 s | 0,202 s | ✓ |
| Spannungssteigerungsschutz U>> | 1,15 U _n | ± 1% U _n | 1,148 U _n | 1,153 U _n | ✓ | 0,2 s | 0,202 s | ✓ |
| Frequenzrückgangsschutz f< | 47,5 Hz | ± 0,1% f _n | 47,5 Hz | | ✓ | 0,2 s | 0,19 s | ✓ |
| Frequenzsteigerungsschutz f> | 51,5 Hz | ± 0,1% f _n | 51,5 Hz | | ✓ | 0,2 s | 0,196 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 | 503,1 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 | 305,1 s | ✓ |

| Aktive Inselnetzerkennung Test gemäß VDE-AR-N 4105 D.1 (Inselnetzerkennung mit Hilfe des Schwingkreistestes) | | | |
|--|-------|-------------------------------|---|
| Ermittelte Abschaltzeit (maximaler Wert der Messreihen) | 0,3 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 | 71,2 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 | 70,1 s | ✓ |
| Spannung dauerhaft kleiner 84% Un | keine Wiederzuschaltung erlaubt | keine Wiederzuschaltung | ✓ |
| Spannungsänderung auf Wert im Bereich 84 ... 100% Un | Wiederzuschaltung nach 60 s erlaubt | 71,4 s | ✓ |
| Spannung dauerhaft größer 111% Un | keine Wiederzuschaltung erlaubt | keine Wiederzuschaltung | ✓ |
| Spannungsänderung auf Wert im Bereich 100 ... 111% Un | Wiederzuschaltung nach 60 s erlaubt | 71,4 s | ✓ |
| Spannungseinbruch (≤77% Un) für 2 s - Kurzunterbrechung | Wiederzuschaltung nach 5 s erlaubt | 12,98 s | ✓ |
| Spannungseinbruch (≤77% Un) für 4 s - Kurzunterbrechung | Wiederzuschaltung nach 60 s erlaubt | 71,4 s | ✓ |