



Solar-Netzeinspeise-Inverter Baureihe SKN 400

Inhalt

Allgemein	1
Merkmale	1
Auslegungskriterien	2
Gehäuse (Aufbau)	2
Türelemente	2
Anschluß	3
Betrieb	4
Abschalten	
Überwachungs- und Schutzmaßnahmen	6
Stromrichter SKS 400	8
Anzeige- und Bedienfeld des SKS 400	8
Menüführung (Anwendermenü)	8
Systemparameter	9
Diagnoseverfahren	11
Wirkungsgrad	13

Allgemein

Die Wechselrichter der Baureihe SKN 400 wandeln den von einem Solargenerator erzeugten Gleichstrom in einen netzkonformen Wechselstrom um.

Der auf diesem Wege erzeugte Wechselstrom kann in jedes öffentliche und private Stromnetz eingespeist werden.

Mit diesen Geräten ist ein Schaltungskonzept realisiert worden, das allen Anforderungen an einen modernen Netzeinspeiser gerecht wird.

Bewährte Standardschaltungen in Verbindung mit hochwertiger Digitaltechnik gewährleisten eine hohe Effizienz, Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit.

Durch den einfachen Anschluß und die klare Bedienbarkeit ist eine problemlose Einbeziehung in die vorhandene Hausinstallation leicht möglich.

Merkmale

- Die Netzeinspeise-Inverter werden nach den geltenden Richtlinien der Vereinigung der Deutschen Elektrizitätswirtschaft (VDEW) gebaut.
- geringe Geräusentwicklung im Teil- und Vollastbereich
- Einsatz qualitativ hochwertiger Bauteile
- kompakte Bauform
- normierter Jahreswirkungsgrad von > 95 %
- durch selbständige Nachtabschaltung kein "stand-by"-Verbrauch
- voll digitalisierte Steuer- und Regelelektronik
- Programmierung über Drucktasten
- vollautomatischer Betrieb
- Selbstdiagnose
- einfache Systempflege durch modularen Aufbau
- serielle Schnittstelle (Inverterverbund)
- Gleichstromsensitive Differenzstromüberwachung
- Überwachung des Drehstromnetzes auf Über- und Unterspannung
- Datenspeicherung
- Interne und externe Energiemessung

Auslegung

Bei der Auslegung der Wechselrichter ist zu berücksichtigen, daß die Angaben der Geräte-Nennleistung lediglich zur Orientierung dient.

Entscheidend ist die Einhaltung der Maximalwerte für den Generatorstrom und die Generatorspannung. Die Eignung des Netzeinspeisers für den max. Generatorstrom ist von besonderer Bedeutung, um das Gerät vor thermischer Überlast zu schützen.

Bei der Berechnung der max. Generatorspannung im MPP-Arbeitspunkt, sollte eine Zelltemperatur von 25C° zugrunde gelegt werden (s.Techn. Daten).

Gehäuse

Der Wechselrichteraufbau befindet sich auf einer verzinkten Einbauplatte in einem Schrank aus pulverbeschichtetem Stahlblech.

Die eingeschäumte Spezialdichtung entspricht Schutzart IP 559.

Überprägte Schrankkanten verhindern den Eintritt von Schmutz und Wasser beim Öffnen der Tür.

Die Maße und Gewichte der einzelnen Typen sind den technischen Daten zu entnehmen.

Gewicht und Abmessungen der Wechselrichter sind bei der Wahl des Standortes unbedingt zu berücksichtigen.

Türelemente

In der Fronttür des SKN 400 befinden sich drei (optional fünf) Anzeigeeinstrumente, drei Meldeleuchten und ein Leuchtdrucktaster.

Die Instrumente zeigen den Generatorstrom (A), die Generatorspannung (V) und die Generatorleistung (%) an.



Optional kann durch zwei weitere Instrumente der Netzstrom und die Netzspannung angezeigt werden.

Anschluß

Die Wechselrichter werden anschlußfähig geliefert und können am Aufstellungsort sofort in Betrieb genommen werden.

Vor dem Anschließen des Wechselrichters sind die folgende Punkte unbedingt zu beachten:

- Die geltenden VDE-Vorschriften zur Errichtung elektrischer Anlagen sind einzuhalten.
- Kippschalter im Wechselrichter in Stellung "Aus" bringen.
- Solargenerator-Hauptleitung am Solar-Konzept-Anschlußverteiler (SKA) spannungsfrei schalten.
- dreiphasige Netzzuleitung an der Hausverteilung spannungsfrei schalten.
- Generator-und Netzanschluß gegen Wiedereinschalten sichern.
- Spannungsfreiheit mit Hilfe eines Meßgerätes feststellen.

Sind alle diese Voraussetzungen erfüllt, kann der Wechselrichter wie folgt angeschlossen werden:

- Solargenerator-Hauptleitung an die Reihenklemmen (+) und (-) anschließen (Polarität beachten!).
- Die Netzanschlußleitung an die Klemmen L1 / L2 / L3 / N , Schutzleiter an die PE-Klemme des Inverters anschließen.

Eine separate Erdungsleitung vom Netzeinspeiseinverter an die Potentialausgleichsschiene (PE) ist nicht zu legen. Der Inverter ist über den Schutzleiter der Netzzuleitung geerdet.

Bei der Dimensionierung der Gleich- und Wechselspannungszuleitung ist auf einen ausreichend großen Querschnitt zu achten, um Spannungsabfälle und somit unerwünschte Leistungsverluste in den Leitungen zu vermeiden.

Als Richtwert sollte $U_V = \max. 1\% \times U_N$ bei Nennstrom gewählt werden.

$U_V = \text{ohmscher Spannungsabfall der Zuleitung}$

U_N = Nennspannung (sowohl Gleich- als auch Wechselspannung)

An der Übergabestelle in das EVU- Netz sind die geltenden Richtlinien für den Netzparallelbetrieb zu beachten.

Die Vorsicherungen in der Gebäudeunterverteilung (UV) sind entsprechend zu wählen.

Eine vom EVU ggf. vorgeschriebene allpolige Trennstelle kann angebracht werden.

Betrieb

Der Netzeinspeiseinverter arbeitet im störungsfreien Betrieb vollautomatisch und bedarf keiner weiteren Bedienung.

Durch die komplette Nachtabschaltung bezieht der Inverter selbst keine Leistung vom Netz.

Der Eigenbedarf des SKN 400 im Bereitschafts- und Netzeinspeisemodus wurde auf ein Minimum reduziert, was einem erhöhten Jahresenergieertrag zugute kommt.

Betriebsführung

Die Betriebsführung teilt sich in:

- hardwaregesteuerte Zu- / Abschaltung des Gerätes
- softwaregesteuerten Start / Stopp der Netzeinspeisung.

Der Betriebsablauf gliedert sich in:

- Schlafmodus
- Bereitschaftsmodus
- Netzeinspeisemodus

Steigt die Generatorspannung bei zunehmender Einstrahlung über den Wert der vorgegebenen Einschaltsschwelle (V), wird die Elektronikversorgung des Gerätes zugeschaltet und es erfolgt der Wechsel vom Schlaf- in den Bereitschaftsmodus. Übersteigt die Generatorspannung die vorgegebene Startgrenze erfolgt der Wechsel in den Netzeinspeisemodus.

Im Anschluß an diesen Anfahrvorgang beginnt die digitale MPP-Regelung und der Wechselrichter wird an den Arbeitspunkt des PV-Generators herangeführt.

Sinkt die Generatorleistung unter die eingestellte Minimalleistung, wird die Netzeinspeisung gestoppt und das Gerät wechselt nach Ablauf einer Zeitverzögerung in den Bereitschaftsmodus.

Die Versorgung des Netzeinspeisers wird abgeschaltet, sobald die überwachte Generatorspannung unter die vorgegebene Ausschaltswelle (U) fällt.

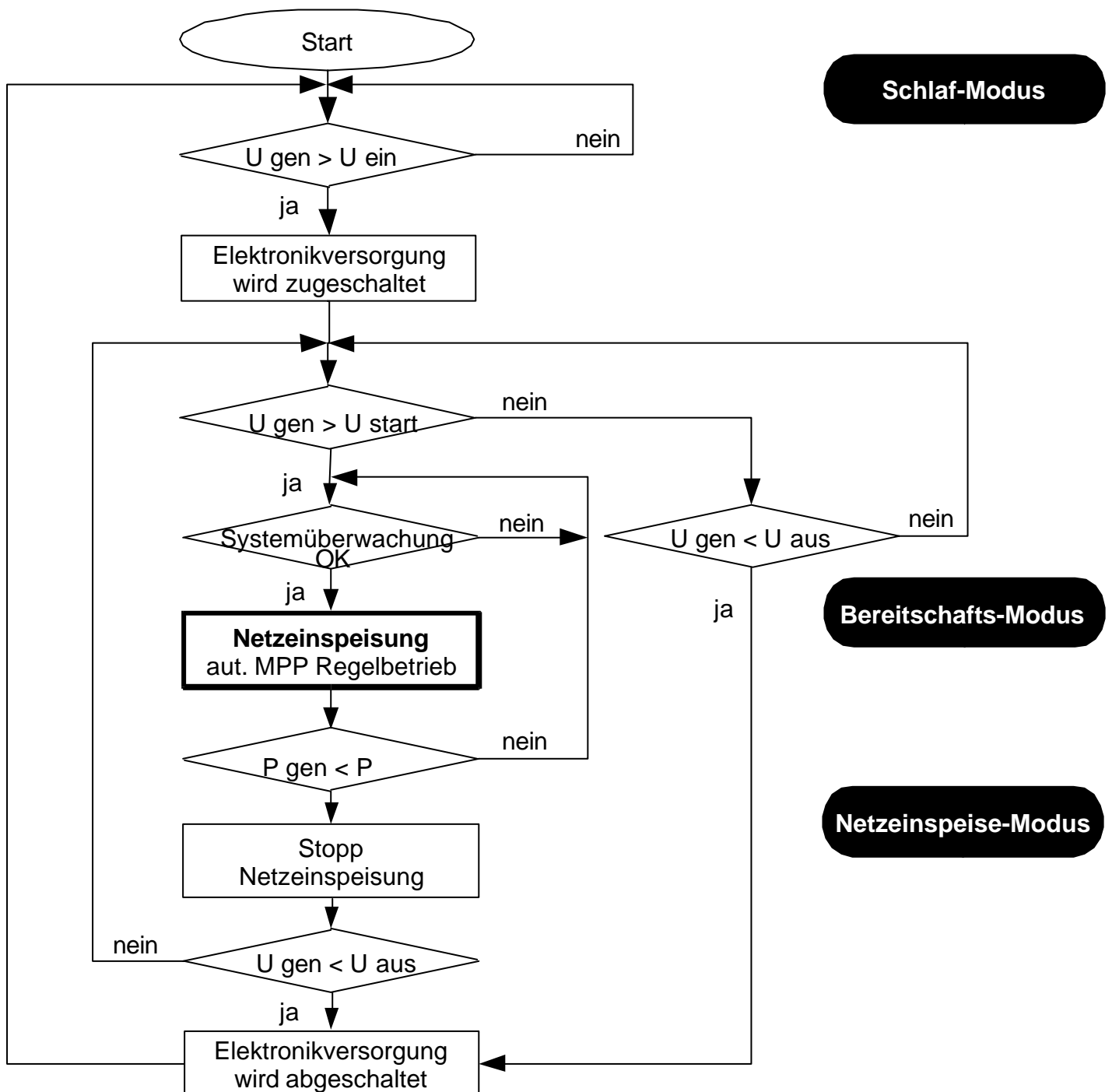


Abb.2: Schematische Darstellung der Betriebsführung des SKN 400

Überwachungs- und Schutzmaßnahmen

Netzüberwachung

Nach den Richtlinien der **VDEW** ist die Überwachung der dreiphasigen Netzspannung des Anschlußnetzes auf Über- und Unterspannung erforderlich.

Ein elektronisches 3-Phasen-Überwachungsrelais verhindert bei Unregelmäßigkeiten der Netzspannung die weitere Energieeinspeisung durch den Inverter. Das Gerät schaltet in diesem Fall selbständig ab.

Bei Stabilisierung des Netzes erfolgt die Wiedereinschaltung des Inverters.

Gleichspannungsüberwachung

Die Umschaltung zwischen Schlaf- und Bereitschaftsmodus erfolgt abhängig von der Generatorspannung. Dazu überwacht ein elektronisches Meßspannungsrelais die Gleichspannung des PV-Generators an den Anschlußklemmen des Netzeinspeisers. Mit zwei Potentiometern können die Grenzwerte stufenlos eingestellt werden.

Schutz gegen direktes und indirektes Berühren

Ziel dieser Personenschutzmaßnahmen ist die Vermeidung gefährlicher Körperströme im Normalbetrieb oder im Fehlerfall.

Schutz gegen direktes und indirektes Berühren wird durch Isolierung, Abdeckung und Umhüllung aller aktiven, unter Spannung stehender Teile gewährleistet.

Die Gleichstromverdrahtung im Schaltschrank erfolgt daher immer mit doppelt isoliertem Solarkabel.

Die im Wechselrichter befindlichen Überstromschrutzeinrichtungen (Leistungsschutzschalter und Sicherungsautomaten) verhindern eine unzulässig hohe Berührungsspannung durch eine Abschaltung im Fehlerfall (Schutzleiterschutmaßnahmen).

Zudem ist für den sicheren Betrieb der Anlage eine Erdschlußüberwachung des Solargenerators vorhanden. Die Überwachungsfunktion erfüllt ein FI-Signalgeber mit einem Nenn-differenzstrom von $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$.

Kurzschlußschutz

Treten in einem Stromkreis Kurzschlußströme auf, müssen diese rechtzeitig unterbrochen werden, bevor sie an der Leitungsisolierung und an den Verbindungsstellen eine schädliche Erwärmung hervorrufen können.

Das Ausschaltvermögen der Schutzorgane muß dem größten Strom bei einem vollkommenen Kurzschluß entsprechen (VDE 0100).

Ein optionaler Leistungsschutzschalter trennt bei unzulässig hohen Strömen durch Kurzschluß oder Überlast den PV-Wechselrichter vom Netz. Eine solche Netztrennung wird durch die individuelle Anpassung der Netzsicherungen an die jeweilige Nennleistung des Inverters erreicht.

Überspannungsschutz

An den Eingangsklemmen der Gleichspannung ist der Überspannungsableiter als Querschutzwiderstand zwischen L+ und L- angeschlossen. Dieser schließt bei Überspannung, z.B. infolge eines fernen Blitzeinschlages, den PV-Eingang kurz und verhindert so die Auswirkungen schädlicher Überspannungen.

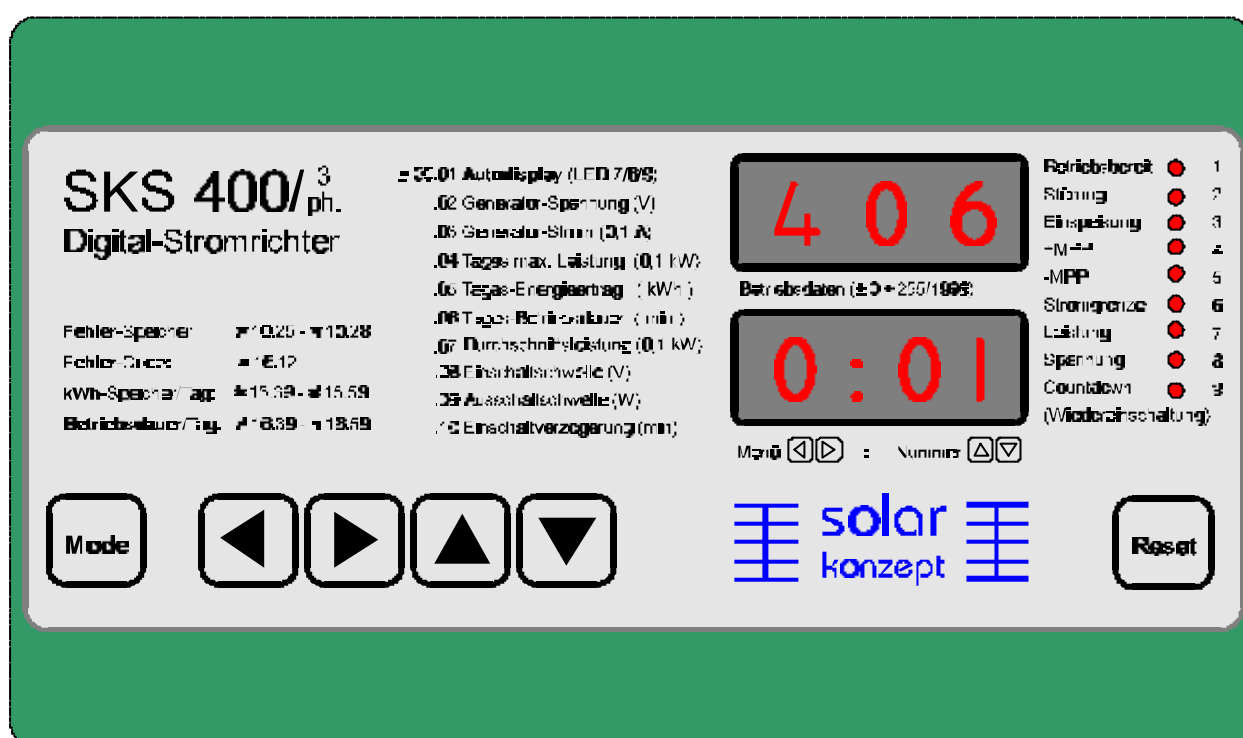
Stromrichter SKS 400

Der Stromrichter SKS 400 bietet einen umfassenden Zugriff auf alle betriebsrelevanten Anlagendaten und Systemeinstellungen.

Über die Tastatur des SKS 400 können diese Informationen abgerufen werden.

Anzeige-und Bedienfeld des SKS 400

Im Oberteil des Stromrichters befinden sich das Tastenfeld, zwei Digitalanzeigen und einer Reihe Leuchtdioden.



Nach dem Zuschalten befindet sich der SKS 400 immer im Anwender-Menü 0.01 (s.u.).

Anwendermenü

Im Anwender-Menü (# 0.xx) befinden sich die Parameter der aktuellen Betriebszustände und die Systemeinstellungen.

Um die Parameter übersichtlich zu halten, sind sie zu einzelnen Menüs (Funktionsgruppen) zusammengefaßt.

Jedem Menü sind alle Parameter zugeordnet, die zu einer logischen Einheit gehören:

Parameter = Menü + Nummer
0.01 0. 01

Über die Pfeiltasten ◀ ▶ kann man das gewünschte Menü (Funktionsgruppe) auswählen.

Die Menünummer erscheint links vom Komma im unteren Anzeigefenster.

Mit den Pfeiltasten ▲ und ▼ wählt man dann eine Nummer aus diesem Menü.

Die Parameternummer erscheint rechts vom Dezimalkomma im unteren Anzeigefenster.

Der Wert des gewählten Parameters erscheint dann im oberen Datenfenster.

Die nachfolgend aufgeführten Systemparameter lassen sich daher alle durch drücken der Taste ▼ ▲ oder auswählen.

Systemparameter

- # 0.01** Autodisplay ▲ ▼ 0.01
- Leistung (W) während der Netzeinspeisung
 - Spannung (V) während des Bereitschaftsmodus
 - Countdown während der Warteschleife
- # 0.02** Generatorspannung ▲ ▼ 0.02
- momentane Generatorspannung in V
- # 0.03** Generatorstrom ▲ ▼ 0.03
- momentaner Generatorstrom in 0,1 A
- # 0.04** Tages max. Leistung ▲ ▼ 0.04
- max. erreichte Leistung des aktuellen Tages (0,1 kW)

-
- # 0.05** Tagesenergieertrag ▲▼ 0.05
- die im Laufe des aktuellen Tages eingespeiste Energie (kWh)
 - Leistung in W, Sperrung der Netzeinspeisung
- # 0.06** Durchschnittsleistung ▲▼ 0.06
- durchschnittliche Leistung für den Zeitraum des aktuellen Tages
- # 0.07** Betriebsdauer ▲▼ 0.07
- Zeit in Minuten, die der Wechselrichter in Betrieb ist
- # 0.08** Einschaltswelle ▲▼ 0.08
- Generatorspannung in V, bei der die Netzeinspeisung beginnt
- # 0.09** Ausschaltswelle ▲▼ 0.09
- Leistung in W, bei der die Netzeinspeisung endet
- # 0.10** Einschaltverzögerung ▲▼ 0.10
- die für den *countdown* vorgegebene Zeit
Die Zeitverzögerung ist in Minuten angegeben,
der Countdown in Sekunden.

Hinweis: Die vom Hersteller vorgenommenen Einstellungen des Stromrichters sind durch einen Sicherheitscode geschützt und dürfen nicht verändert werden.
Bei Zuwiderhandlung entfällt jeder Garantieanspruch.

Die Software ist Urheberrechtlich geschützt.

Ihre Vervielfältigung und/oder Weitergabe wird strafrechtlich verfolgt.

Diagnoseverfahren

Wenn der Stromrichter bei einer Störung abschaltet, erscheint im unteren Anzeigefenster die Meldung "**triP**" und die Datenanzeige blinkt.

Ein **Mnemonic** zeigt den Grund der Abschaltung im oberen Anzeigefenster.

Im Falle einer Fehlerabschaltung werden alle NL-Parameterwerte "eingefroren" und können abgefragt werden, während die Fehlerursache untersucht wird.

Um aus dem Fehlerabschaltzustand in den Parametereinstellbetrieb zu kommen, betätigt man die Taste MODE oder eine der vier Pfeiltasten .

Um wieder in den Fehlerabschaltzustand zurückzukehren, geht man in das Menü 00 und betätigt die Pfeiltaste ◀ .

Mnemonic	Code	Fehlerursache
lbs	001	Fehler Interbus
A29	041-057	Fehler MD 29
hF	100	Hardwarefehler
Phs	101	Phasenfolge
Et	102	Externe Auslösung
EPS	103	Überlast der + 24V DC
cL	104	20mA Stromschleifensollwert offen
ScI	105	Unterbrechung serielle Verbindung
FOC	106	Feld Überstrom
Oh	107	Übertemperatur Kühlkörper
FdO	108	Feld aktiv bei Selbstoptimierung
Fbr	109	Polarität Istwert falsch
Fbl	119	Istwertverlust
SL	120	Verlust einer oder mehrerer Phasen
AOC	121	Überstrom
It	122	Überlast
th	123	Übertemperatur Abschaltung
PC1	124	Laufzeitfehler Prozessor 1
PS	125	Interne Spannungsversorgung
AoP	126	Ankerkreis offen
PC2	131	Laufzeitfehler Prozessor 2

EEF	132	Eeprom Fehler
-----	-----	---------------

LED-Anzeigen

Rechts neben den beiden Anzeigefenstern auf dem Bedienfeld des Strorichters befinden sich untereinander neun LED's für die zusätzliche optische Kontrolle des momentanen Betriebszustandes.

- ❶ Betriebsbereit: signalisiert die Betriebsbereitschaft
LED leuchtet unmittelbar nach dem Einschalten

- ❷ Störung: signalisiert eine Störung
Die möglichen Fehlerursachen sind unter einem entsprechenden Code in #10.25 - #10.28 abgelegt. Evtl. auftretende Störungen oder Fehler können so gezielt diagnostiziert werden.

- ❸ Einspeisung: signalisiert die Netzeinspeisung

- ❹ +MPP: signalisiert, in welche Richtung auf der Solarkennlinie P(U)

- ❺ - MPP: sich der Arbeitspunkt verschiebt
(+ = mehr Strom ; - = weniger Strom)

- ❻ Stromgrenze: signalisiert, daß der max. zulässige Strom erreicht ist

- ❼ Leistung: signalisiert, daß die Leistung angezeigt wird
Solange sich der SKS 400 im Einspeisemodus befindet, erscheint die momentane Leistung, im oberen Anzeigefenster als Daueranzeige.

- ❽ Spannung: signalisiert, daß die Spannung angezeigt wird
Solange sich der SKS 400 im Bereitschaftsmodus befindet, erscheint die Generatorspannung im oberen Anzeigefenster als Daueranzeige.

- ❾ Countdown: signalisiert, daß der Countdown der Zeitschleife läuft

Wenn sich der SKS 400 in der Warteschleife befindet, kann im oberen Anzeigefenster der Countdown (in sec.) verfolgt werden.

Wirkungsgrad

Die Geräte sind durch die Auswahl qualitativ hochwertiger elektrischer und elektronischer Bauteilen so konzipiert, daß ein hoher Wirkungsgrad im gesamten Arbeitsbereich erreicht wird.

Das Diagramm zeigt beispielhaft für alle Netzeinspeiser der Baureihe SKN 400 die typische η Kurve des SKN 403 bei direkter Netzkopplung.

