

Sunny Boy 2400

Technische Beschreibung

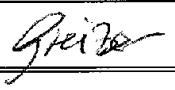
Ausgabe 1.1

**String-Wechselrichter für
Photovoltaikanlagen**

Änderungsübersicht

Dokumenten-Nummer SB2400	Ausgabe und Änderungstyp ¹⁾		Bemerkungen	Autor
-11:ED2300	1.1		Erstellt aus GCI2400-31:ED1800, neuer Name, Ergänzung Sicherungscharakteristik	P. Simon

- ¹⁾ A: Änderung auf Grund Verbesserung der Unterlagen
B: Änderung, die eine volle oder Vorwärts- Austauschbarkeit sicherstellt
C: Änderungen, die die Austauschbarkeit einschränken oder ausschließen

	Name	Datum	Unterschrift
Geprüft	F. Greizer	13.06.2000	

Erklärungen zu den verwendeten Symbolen

Um Ihnen einen optimalen Gebrauch dieses Handbuchs und einen sicheren Geräteeinsatz in den Phasen der Inbetriebnahme, des Betriebs und der Wartung zu gewährleisten, beachten Sie bitte die folgenden Erklärungen zu den verwendeten Symbolen.



Unter dem Symbol „Hinweis“ wird ein Sachverhalt aufgeführt, dessen Nichtbeachtung zu einem Verlust an Komfort oder zur Beeinträchtigung der Funktion führen kann.

Beispiel: „Um die Höhe der Stringspannung gering zu halten, empfehlen wir folgende Vorgehensweise.“



Unter dem Symbol „Achtung“ wird ein Sachverhalt aufgeführt, dessen Nichtbeachtung zur Beschädigung von Bauteilen oder zur Gefährdung von Personen führen kann.

Beispiel: „Vor Öffnen des Gerätes auf jeden Fall AC- und DC-Seite freischalten!“



Dieses Symbol kennzeichnet ein Beispiel.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
2	Systembeschreibung.....	7
2.1	Stringkonzept.....	8
2.2	Diagnose und Kommunikation	10
2.3	Technischer Aufbau des <i>Sunny Boy</i> 2400.....	11
3	Installation	16
3.1	Verhalten bei Transportschäden.....	16
3.2	Gerätemontage	17
3.3	Elektrischer Anschluss.....	22
3.3.1	Netzanschluss	24
3.3.2	Solargeneratoranschluss.....	26
4	Inbetriebnahme	28
5	Betriebs- und Störungsanzeige	30
6	Anlagenüberwachung und Diagnose	44
6.1	Datenübertragung über die Netzleitung	44
6.2	Datenübertragung über eine separate Datenleitung	46
6.3	Auf- oder Umrüsten der <i>Sunny Boy</i> Schnittstelle.....	53
6.4	Grafische Bedienoberfläche unter Windows	56
6.5	Messkanäle und Meldungen des <i>Sunny Boy</i>	58
6.6	Präzision der Messwerterfassung	60
7	Störungsbehebung	61
8	Garantiebestimmungen und Haftung.....	63
9	Technische Daten	65
10	Anlagen	71

Sicherheitshinweis:



Das Öffnen des Gerätes, die Installation und Wartung des String-Wechselrichters *Sunny Boy* darf ausschließlich durch eine Elektrofachkraft erfolgen. Auch im freigeschalteten Zustand können im Gerät noch hohe Berührungsspannungen auftreten. Der Umgang mit dem Gerät ist im Kapitel 3 „Installation“ ausführlich beschrieben und ist unbedingt bei Arbeiten am Gerät zu beachten!

Beim Betrieb des *Sunny Boy* muss das Gehäuse fest verschlossen sein.



1 Einleitung

Mit dem Erwerb eines String-Wechselrichters aus unserer *Sunny Boy*^{®1}-Produktfamilie haben Sie sich für ein technisch ausgereiftes Gerät sowie für die zzt. fortschrittlichste modulare PV-Systemtechnik zur Netzkopplung von Photovoltaikanlagen entschieden. Die von SMA entwickelte String-Technologie ist mit dem *Sunny Boy* erstmals konsequent und erfolgreich umgesetzt worden. Damit hat die String-Technologie neue Maßstäbe in der Photovoltaik-Systemtechnik gesetzt. Der *Sunny Boy* zeichnet sich besonders durch seinen hohen Wirkungsgrad und seine hohe Verfügbarkeit aus.

Der *Sunny Boy* erfüllt alle Richtlinien der VDEW (Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke) für den Parallelbetrieb von Eigenerzeugungsanlagen mit dem Niederspannungsnetz des Elektrizitätsversorgungsunternehmens (EVU). Darin enthalten sind die Vorschriften der Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik bezüglich der „Selbsttätigen Freischaltstelle für Eigenerzeugungsanlagen“ (ENS) bzw. die DIN VDE 0126. Darüber hinaus entspricht der *Sunny Boy* gemäß EMV-Gesetz und der Niederspannungsrichtlinie den einschlägigen harmonisierten europäischen Normen, wie es in der CE-Konformitätserklärung (Zertifizierung siehe Anhang) bestätigt wird.

Sie haben nun die technische Beschreibung für die Photovoltaik-Wechselrichter *Sunny Boy 2400* vorliegen und sind vielleicht über deren Umfang erstaunt. Sie müssen sicherlich nicht alle Kapitel lesen. Die technische Beschreibung soll vielmehr dem Installateur und dem Betreiber gleichermaßen alle notwendigen Informationen zur Funktion, Installation und Bedienung des *Sunny Boy* liefern sowie Möglichkeiten zur Erweiterung der Solaranlage aufzeigen.

¹ *Sunny Boy* ist ein eingetragenes Warenzeichen der SMA Regelsysteme GmbH

2 Systembeschreibung

Die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und anderer umweltbelastender Emissionen bei der Energiewandlung wird zu einem immer dringlicheren Thema. Regenerative Energiequellen können zur Lösung dieses Problems einen wichtigen Beitrag leisten. Hier kommt insbesondere der direkten Umwandlung des Sonnenlichts in elektrische Energie (Photovoltaik) eine weltweit herausragende Bedeutung zu.

Beim Netzparallelbetrieb wird der von dem Solargenerator erzeugte Gleichstrom durch ein so genanntes „Netzkopplungsgerät“ oder auch „Wechselrichter“ in netzkonformen Wechselstrom umgewandelt und direkt in die mit dem öffentlichen Netz verbundene elektrische Hausverteilung eingespeist.

Hier versorgt die Solaranlage alle im Haus angeschlossenen elektrischen Verbraucher (Hausgeräte, Lampen usw.). Bei nicht ausreichendem Solarstromangebot wird aus dem öffentlichen Netz nur die zusätzliche Energie bezogen, die notwendig ist, um den Betrieb der angeschlossenen Geräte sicherzustellen. Überschüssiger Solarstrom wird direkt ins öffentliche Netz eingespeist und steht somit anderen Stromabnehmern zur Verfügung. Auf diese Weise wird jede solar erzeugte Kilowattstunde auch wirklich genutzt und entlastet die Kraftwerke des EVUs. Eine netzgekoppelte Solaranlage besteht also im einfachsten Fall aus zwei Komponenten: dem Solargenerator (auch PV-Generator genannt) und dem Wechselrichter.

2.1 Stringkonzept

Die Erfahrungen von mehreren Tausend netzgekoppelten Photovoltaik-Anlagen in Europa im Leistungsbereich von ein bis mehreren Hundert Kilowatt haben gezeigt, dass die Systemtechnik bei Photovoltaik-Anlagen bis zu 50 % der Anlagenkosten verursacht. Diese Systemkosten, also die Kosten für die Verkabelung auf der Gleichstromseite, für den Wechselrichter und die anschließende Verteilung auf der Wechselstromseite, deutlich zu reduzieren und den Aufbau von Photovoltaik-Anlagen drastisch zu vereinfachen, waren der Ausgangspunkt für die Entwicklung der String-Technologie bei SMA. Mit dem String-Wechselrichter *Sunny Boy* hat sich diese neue, deutlich einfachere und preiswertere Systemtechnik für die Netzkopplung von Photovoltaik-Anlagen durchgesetzt.

Der String-Wechselrichter koppelt immer nur eine geringe Anzahl von in Reihe geschalteten Solarmodulen (Strings) mit dem öffentlichen Versorgungsnetz. Selbst ein großer Solargenerator kann auf diese Weise aus einer Vielzahl einzelner Strings mit jeweils eigenem String-Wechselrichter aufgebaut werden. Die Sammlung der Energie erfolgt erst auf der Wechselstromseite. Somit entfällt die teure und aufwändige Gleichstromverteilung bisheriger Photovoltaik-Anlagen, und für die Errichtung der Anlagen ist nahezu keine weitere Planungsleistung mehr notwendig.

Unterschiedlichste Systemkonzepte können mit den Komponenten der **Sunny Boy-Produktreihe** modular aufgebaut werden.

- **GCI 1000:**

Der Wechselrichter für kleinere Anlagen, der problemlos (später) erweitert werden kann.

(3 Eingangsspannungs- und Leistungsbereiche)

- **GCI 1200:**

Der leistungsoptimierte Wechselrichter für PV-Anlagen im 1 kWp-Bereich.

- **Sunny Data:**

Das komfortable PC-Programm für die Kommunikation mit Ihrem *Sunny Boy*.

- **Sunny Boy Control Produktreihe:**

Die intelligenten Terminals für Ihre Solaranlage zur Datenabfrage, Datenvisualisierung und Speicherung.

- **Sunny Data Control:**

Das Visualisierungsprogramm der im *Sunny Boy Control* gespeicherten Daten.

2.2 Diagnose und Kommunikation

Das Konzept der modularen PV-Systemtechnik führt zwangsläufig zu einer räumlich verteilten Anordnung der einzelnen *Sunny Boy* String-Wechselrichter. Eine einfache und schnelle Funktionsanalyse durch die Überwachung des Status und der Messwerte jedes *Sunny Boy* ist mit wenigen Systemkomponenten zu realisieren. Die dabei gesammelten Daten werden einfach über die integrierte Flüssigkristall-Anzeige eines *Sunny Boy Control* oder über einen PC mit entsprechender SMA-Software visualisiert. Die komfortablen PC-Programme *Sunny Data* oder *Sunny Data Control* bieten eine benutzerfreundliche grafische Bedienoberfläche mit den unter Windows bekannten Eigenschaften. Die gesammelten Daten können mit MS Excel weiterverarbeitet oder ausgedruckt werden.

Die Datenübertragung erfolgt dabei in der Regel über die Netzleitung (siehe Kapitel 6.1). Grundsätzlich stehen folgende von SMA entwickelte Anlagenüberwachungskonzepte zur Verfügung:

- PC mit Windows-Programm *Sunny Data* für kleine und mittlere PV-Anlagen, auch mit *Sunny Boy Control*.
- *Sunny Boy Control* als Controller für jede PV-Anlagengröße.
- PC mit Windows-Programm *Sunny Data Control* in Verbindung mit *Sunny Boy Control*.

Die Kommunikation mittels einer dieser Varianten ermöglicht Ihnen folgende Funktionen:

- Kontinuierliche Erfassung der Betriebsdaten aller angeschlossenen *Sunny Boys*
- Überwachung des Betriebszustands und Meldung von Betriebsstörungen
- Online-Messdatenübermittlung von einem oder mehreren ausgewählten *Sunny Boys*
- Identifizierung von fehlerhaften PV-Strings
- Grafische Darstellung der Daten einzelner *Sunny Boys* oder Vergleich der Daten mehrerer *Sunny Boys*
- Modifizierung der Betriebsparameter zur Optimierung der Gesamtanlage

2.3 Technischer Aufbau des Sunny Boy 2400

Ein einfacher, absolut robuster Aufbau mit hohem Wirkungsgrad und extremer Verfügbarkeit kennzeichnet den Leistungsteil des *Sunny Boy*. Die PV-Gleichspannung wird über eine MOSFET-Brückenschaltung hochfrequent (16 kHz) in einen Wechselstrom-Zwischenkreis umgesetzt. Von dort aus erfolgt die Netzeinspeisung direkt über einen Ringkern-Transformator.

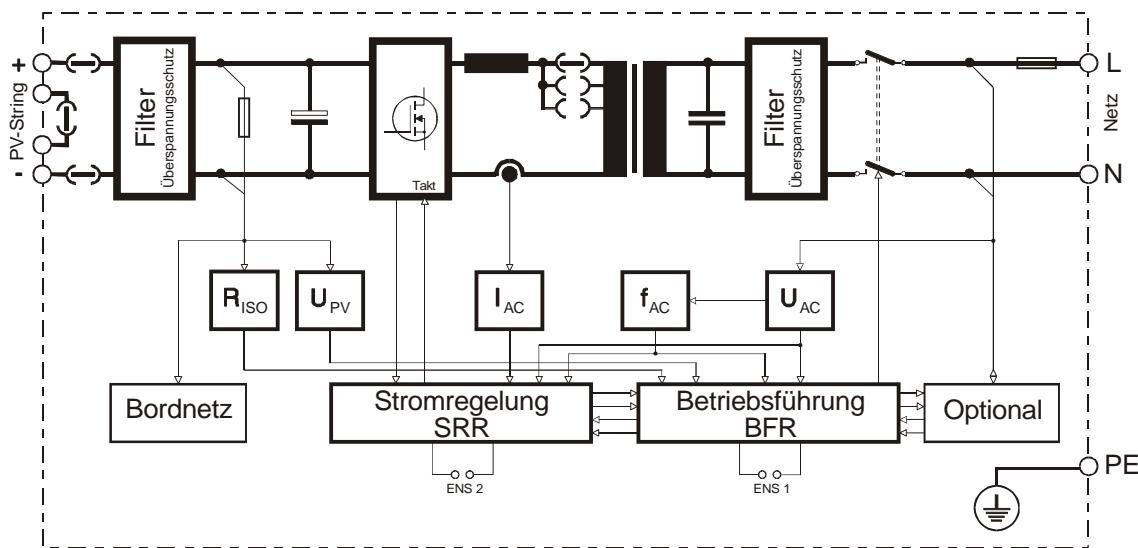


Abbildung 2.1: Blockschaltbild des *Sunny Boy* 2400

Die PV-Eingangsspannung ist für 24 PV-Module (je 36 - 40 Zellen) dimensioniert und hat einen festgelegten Eingangsspannungsbereich von 150 V bis 300 V.

Die Regelung des eingespeisten Stromes über einen Einchip-Computer garantiert eine sinusförmige Kurvenform bei extrem geringem Klirrfaktor. Die Betriebsführung gewährleistet den vollautomatischen Betrieb sowie das MPP-Tracking (Suchen und Verfolgen des Arbeitspunktes maximaler Leistung; **Maximum Power Point**). Unnötige Verluste in Bereitschaft wie auch im Einspeisebetrieb werden vermieden.

Der Kühlkörper des *Sunny Boy* dient der Abfuhr der Verlustleistung, die beim Schalten der Leistungshalbleiter zwangsläufig entsteht. Dieser ist so dimensioniert, dass auch bei hoher Umgebungstemperatur (z. B. direkte Unterdachmontage des *Sunny Boy*) die Nennleistung des *Sunny Boy* dauerhaft eingespeist werden kann. Eine unzulässig hohe Kühlkörpertemperatur (z. B. infolge hoher Umgebungstemperatur) wird von der Betriebsführung des *Sunny Boy* erkannt. Diese reduziert dann lediglich die Einspeiseleistung entsprechend, so dass der *Sunny Boy* im Einspeisebetrieb bleibt.

Die Betriebsführung jedes *Sunny Boy* übernimmt zusätzlich Kommunikationsaufgaben mit den entsprechenden SMA-Datenanalysekomponenten *Sunny Data* oder *Sunny Data Control*. Somit ist der *Sunny Boy* nicht nur als selbstständig arbeitendes Einzelgerät, sondern auch im Rahmen einer großen PV-Anlage, deren Betrieb zentral überwacht und ausgewertet werden soll, einsetzbar.

Das Netz wird parallel von zwei unabhängigen Einchip-Computern überwacht und entspricht in vollem Umfang den Einspeiserichtlinien des VDEW und der Berufsgenossenschaft (Messung der Netzimpedanz, ENS). Damit kann der *Sunny Boy* praktisch an jeder Stelle im Hausnetz angeschlossen werden. Das bedeutet einfachste Installation. Die einschlägigen Richtlinien, Vorschriften und Normen müssen dabei natürlich beachtet werden.

Der *Sunny Boy* besitzt ein Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl, welches staubdicht und strahlwassergeschützt ist (Schutzart IP65). Diese Schutzart ermöglicht die Montage an nahezu jedem Ort bei Umgebungstemperaturen von -25° C bis +60° C.

Auch bei kleinen PV-Anlagen muss der Personenschutz groß geschrieben werden. Die galvanische Trennung zwischen Netz und PV-Generator sowie dessen Isolationsüberwachung bieten dafür ein bewährtes Konzept. Selbstverständlich werden die relevanten Normen z. B. zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) und zur Sicherheitstechnik erfüllt.

Selbsttätige Netz-Freischalteinrichtung (ENS)

Dieses Kapitel befasst sich mit der sicheren Abschaltung von Wechselrichtern bei einer EVU-seitigen Ortsnetzfreischaltung. Das heißt, wenn das EVU einen Teil seines elektrischen Verbundnetzes freischaltet, um z. B. Arbeiten am Netz vorzunehmen, muss ein sicherer Schutz der am Netz arbeitenden Personen gewährleistet sein. Um diesen zu erreichen, gibt es, angeregt durch die Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik, ein neues Sicherheitskonzept, welches seit August 1994 Bestandteil der VDEW-Richtlinie geworden ist.

Der String-Wechselrichter *Sunny Boy* ist ausschließlich im Netzparallelbetrieb einzusetzen. Zur sicheren Abschaltung bei Netztrennungen etc. und zur Vermeidung eines Inselbetriebs ist deshalb der *Sunny Boy* serienmäßig mit einer selbsttätigen Freischaltstelle ausgestattet, die von der Berufsgenossenschaft zertifiziert ist.

Es handelt sich hierbei um die „**Selbsttätige Freischaltung für Eigenerzeugungsanlagen einer Nennleistung $\leq 4,6 \text{ kVA}$ mit einphasiger Paralleleinspeisung über Wechselrichter in das Netz der öffentlichen Versorgung**“.

Die selbsttätig wirkende Freischaltstelle ist aus Gründen maximaler Sicherheit mit zwei von einander unabhängigen Einrichtungen zur Netzüberwachung mit jeweils zugeordnetem Schaltorgan (ENS) in Reihe aufgebaut. Jede dieser Einrichtungen (ENS) überwacht ständig die Qualität des angeschlossenen Netzes durch Prüfung der Spannung, Frequenz und Impedanz. Der redundante Aufbau sowie ein automatischer Selbsttest vor jeder Netzzuschaltung stellen die zuverlässige Funktion sicher.

Während frühere Freischalteinrichtungen zur Inselnetzerkennung lediglich die Spannung des verketteten Drei-Leiternetzes bewertet haben, wird mit dem neuen Konzept die Netzempe-danz der Einspeisephase als zusätzliche Messgröße zur Freischaltung herangezogen. Daneben werden auch hier die Netzspannung und die Netzfrequenz der angeschlossenen Phase bewertet.

Kriterien, die zur Netztrennung des *Sunny Boy* führen:**• Netzimpedanz**

- Überschreitet die Netzimpedanz zum Zeitpunkt des Zuschaltens des *Sunny Boy* zum Netz einen Wert von $Z_{AC} = 1,25 \Omega$, so wird der Einspeisebetrieb nicht aufgenommen.
- Ändert sich die Netzimpedanz sprunghaft um einen bestimmten Betrag ($\Delta Z_{AC} \geq 0,5 \Omega$) oder überschreitet sie einen Maximalwert ($Z_{AC} \geq 1,75 \Omega$) während der Netzeinspeisung, so wird der *Sunny Boy* innerhalb von 5 Sekunden vom Netz getrennt.

• Netzspannung

- Die Netzspannung darf in einem Bereich von -15 % bis +10 % der Netznennspannung U_N liegen. Bei Über- oder Unterschreiten dieses zulässigen Bereiches wird der *Sunny Boy* innerhalb von 0,2 Sekunden vom Netz getrennt.

• Netzfrequenz

- Die Netzfrequenz darf in einem Bereich von $\pm 0,2$ Hz der Netznennfrequenz f_N bei einer Netzspannung von -30 % bis +15 % der Netznennspannung liegen. Bei Über- oder Unterschreiten dieses zulässigen Bereiches wird der *Sunny Boy* innerhalb von 0,2 Sekunden vom Netz getrennt.
- Ändert sich die Netzfrequenz sprunghaft um einen bestimmten Betrag während der Netzeinspeisung, wird der *Sunny Boy* innerhalb von 5 Sekunden vom Netz getrennt.

Das neue, im *Sunny Boy* realisierte Konzept erreicht daher eine maximale Sicherheit bei gleichzeitig verringertem Installationsaufwand einer Solaranlage, da der Anschluss des Wechselrichters mit ENS jetzt nur noch einphasig erfolgen muss.

Die am Anschlusspunkt des *Sunny Boy* ausgewertete Netzimpedanz setzt sich aus dem Impedanzwert des Verbundnetzes und der Leitungsimpedanz im Haus (vom Hausanschluss bis zum *Sunny Boy*) zusammen. Eine überdurchschnittliche Erhöhung der Netzimpedanz durch die Zuleitung zum *Sunny Boy* muss daher vermieden werden.



Wir empfehlen, die Impedanzerhöhung durch die Anschlussleitung zwischen Hausanschluss und *Sunny Boy* zu berücksichtigen (weitere Hinweise siehe Kapitel 3.3.1 „Netzanschluss“).

Die ENS schreibt eine Typprüfung des Wechselrichters vor, die bei einer unabhängigen, zugelassenen Prüfstelle durchzuführen ist. Zusätzlich muss der Hersteller die Funktion der ENS durch eine Prüfung an jedem einzelnen Gerät vor der Auslieferung gewährleisten. Für den Betreiber einer Solaranlage bedeutet dies:

- die zeitaufwändige Freischaltüberprüfung von EVU und Installateur und
- die früher vorgeschriebenen Wiederholungsprüfungen entfallen.

Der Wegfall der Wiederholungsprüfungen wurde durch den redundanten Aufbau und den regelmäßigen Selbsttest der Freischaltstelle möglich. Bei jeder neuen Netzaufschaltung muss die ordnungsgemäße Funktion der Netzüberwachung geprüft werden, um sicherzustellen, dass die zugeordneten Schaltorgane (Transistorbrücke, Relais) funktionsfähig sind. Bei einem negativen Ergebnis wird der komplette Selbsttest wiederholt. Sollte das negative Prüfergebnis dabei bestätigt werden, muss die Freischaltstelle von einer Fachkraft überprüft werden. Deshalb wird in diesem Fall eine dauerhafte Betriebshemmung ausgelöst, die über die im Gehäusedeckel integrierte LED-Anzeige vom Betreiber erkannt werden kann. Dieser Betriebszustand wird gespeichert und kann von außen durch einfache Schalthandlungen (Signale über die serielle Schnittstelle, Rücksetzen der Bordrechner, Ein- und Ausschalten des Gerätes etc.) nicht verlassen werden. Damit ist sichergestellt, dass nur eine autorisierte Fachkraft das Gerät nach einer Überprüfung der Freischaltstelle wieder für den Einspeisebetrieb freigeben kann.

3 Installation



Die Installation des String-Wechselrichters *Sunny Boy* darf nur durch ausgebildetes Fachpersonal erfolgen. Der Installateur muss vom zuständigen Energieversorgungsunternehmen (EVU) zugelassen sein.

Bitte lesen Sie das Kapitel „Installation“ sorgfältig durch.

Alle vorgeschriebenen Sicherheitsvorschriften, die technischen Anschlussbedingungen (TAB) des zuständigen Energieversorgungsunternehmens (EVU) sowie die VDE-Vorschriften sind einzuhalten.

3.1 Verhalten bei Transportschäden

Vor der Auslieferung werden unsere Produkte auf ihren ordnungsgemäßen Zustand überprüft. Trotz der sorgfältigen Verpackung, die im Übrigen recyclingfähig ist, können Transportschäden vorkommen, die dann in der Regel von dem Transportunternehmen zu verantworten sind.

Bitte untersuchen Sie den angelieferten String-Wechselrichter gründlich. Sollten Sie irgendwelche Schäden an der Verpackung feststellen, die auf Schäden am Wechselrichter schließen lassen oder stellen Sie gar Schäden oder Mängel am Wechselrichter fest, so informieren Sie bitte umgehend die Transportfirma.

Wenn erforderlich, kann Sie Ihr Händler oder die Firma SMA unterstützen. Eine mögliche Schadensmeldung muss auf jeden Fall spätestens sechs Tage nach Erhalt der Ware schriftlich bei dem Transportunternehmen vorliegen. Bei eventueller Rücksendung der Ware, wenn möglich, bitte die Originalverpackung benutzen.

3.2 Gerätemontage

Platzierung des *Sunny Boy*

Der *Sunny Boy* ist ein hochintegriertes, elektronisches Gerät, daher entsprechend empfindlich gegenüber Feuchtigkeit **innerhalb** des Gehäuses.



Wird der *Sunny Boy* im Außenbereich installiert, darf die Luftfeuchtigkeit während der Installation nicht extrem hoch sein, insbesondere darf es nicht in das Gehäuse hineinregnen. Denn nach dem Schließen des Gerätedeckels verbleibt die vorhandene Luftfeuchte im Gerät und kann durch Kondensation an den elektronischen Bauelementen zu Schäden führen.

Bei der Gesamtplanung einer PV-Anlage muss ein günstiger Montageort für den oder die Wechselrichter gefunden werden. Um jeweils den optimalen Gerätestandort zu finden, ist im Weiteren eine Zusammenstellung der wichtigsten zu beachtenden Kriterien bei der Geräteplatzierung gegeben.

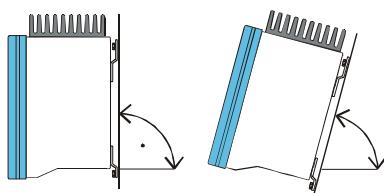
Kriterien für die Geräteplatzierung:

- Durch die hohe Schutzart IP65 ist eine Montage sowohl in Innenräumen wie auch im Außenbereich möglich.
- Trotz IP65, wenn möglich, den Wechselrichter keiner direkten Nässe aussetzen.
- Minimierung der Leitungslänge (DC-Verkabelung) zum Solargenerator.
- Installation im Wohnbereich vermeiden, da geringe Geräuschentwicklung möglich.
- Montage auf „Resonanzkörpern“ vermeiden (z. B. dünne Holzwände, Gipskarton- und Faserplatten).
- Zugänglichkeit für Montagearbeiten oder eventuellen späteren Service beachten.
- Installation in Augenhöhe ermöglicht einfaches Ablesen der Betriebsanzeige (LEDs).

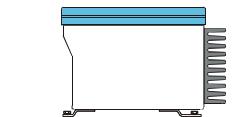


Unbedingt zu beachtende Punkte:

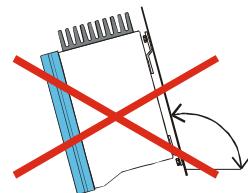
- Der Montageuntergrund muss fest sein.
- Die Umgebungstemperatur darf -25°C bzw. +60°C nicht unter- bzw. überschreiten.
- Netzimpedanz am Einspeisepunkt berücksichtigen, siehe dazu Abschnitt „Netzfreischalteinrichtung“ und Kapitel 3.3.1 „Netzanschluss“.
- Den String-Wechselrichter nicht der direkten Sonneneinstrahlung aussetzen (evtl. Dach zur Abschattung vorsehen). Höhere Temperaturen führen sonst zu einer Verminderung des Wirkungsgrades.
- Über dem Gehäuse ist ein Mindestabstand von 200 mm zu anderen Geräten, Schränken, Decke o. Ä. einzuhalten.
- Die freie Luftströmung um das Gehäuse darf nicht behindert werden.
- Bei Einbau des *Sunny Boy* in einen Schaltschrank o. Ä. ist durch Zwangsbelüftung für ausreichende Wärmeabfuhr zu sorgen.
- Der Kühlkörper kann eine Temperatur von über 80°C erreichen.
- Korrekte Einbaulage des Wechselrichters beachten, siehe unten



Wechselrichter senkrecht oder nach hinten geneigt montieren



Wenn nötig:
Wechselrichter auf dem Rücken liegend montieren (nicht optimal)



Niemals
nach vorn geneigt montieren!

Abbildung 3.1: Darstellung der empfohlenen Wandbefestigung, Seitenansicht

Lieferumfang für Montage und Installation

Im Folgenden finden Sie die Komponenten aufgelistet, die eine einfache Montage und Installation des *Sunny Boy* ermöglichen und Bestandteil des Lieferumfangs (im Beipack) sind:

	Sunny Boy 2400
Verschraubung PG 13,5 mit entsprechender Gegenmutter	1 Stück
Blindverschraubung PG 13,5 mit entsprechender Gegenmutter	1 Stück
Blindverschraubung PG 16 mit entsprechender Gegenmutter	1 Stück
Blindverschraubung PG 7 mit entsprechender Gegenmutter	2 Stück
Bohrschablone	1 Stück
Deckel-Innensechskant-Schraube	4 Stück
Unterlegscheibe M5, Kunststoff für Innensechskant	8 Stück

Tabelle 3.1: Lieferumfang für Montage und Installation

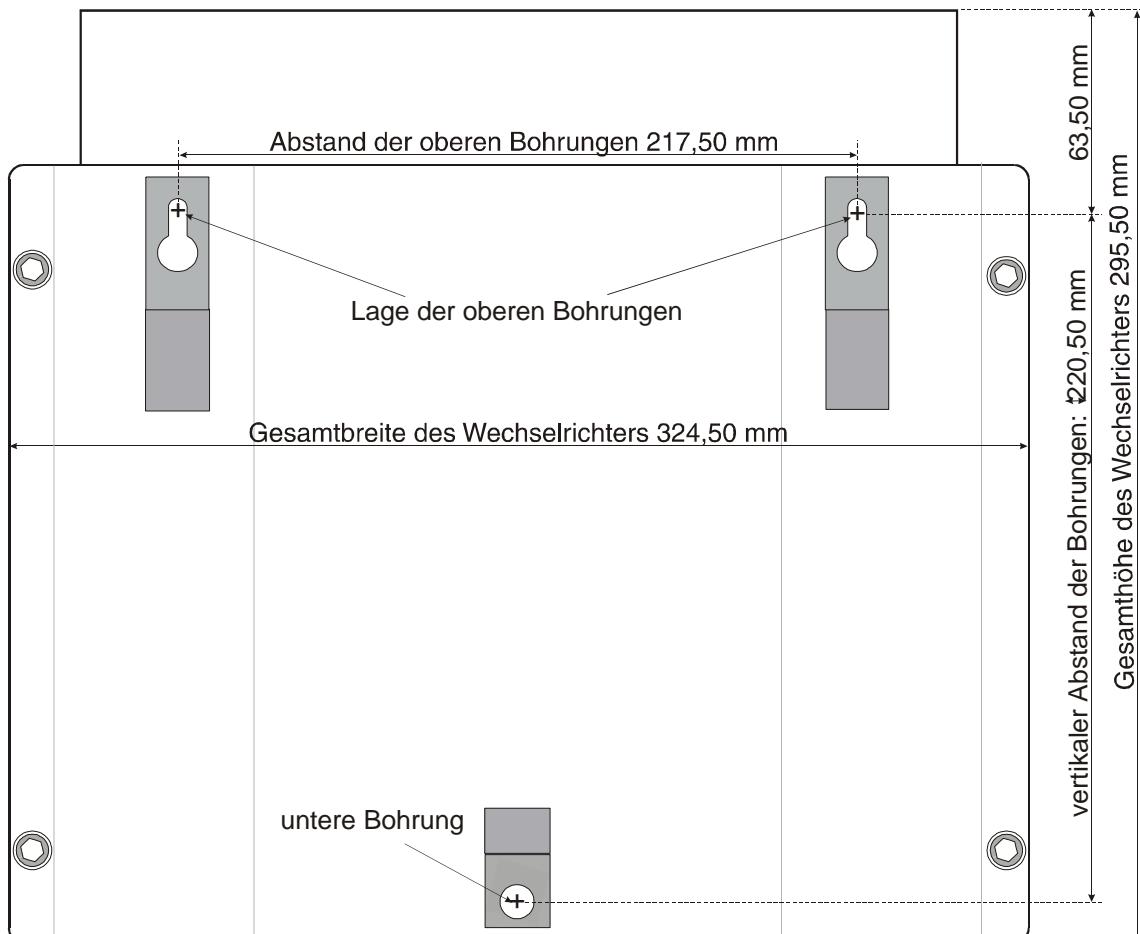


Abbildung 3.2: Schema der Bohrschablone (Originalgröße im Anhang)

Montagevorbereitung

Der *Sunny Boy* wird mit Hilfe von drei Montagelaschen auf festem Untergrund montiert. Dazu sind drei Befestigungsschrauben sowie entsprechende Dübel notwendig. Die Schrauben und Dübel sind nicht Bestandteil des Lieferumfangs und sind ausreichend zu dimensionieren. Wir empfehlen 6 mm Sechskant-Schrauben sowie 8-mm-Dübel.



Achten Sie bei der Außenmontage darauf, nicht rostende Schrauben zu verwenden. Gegebenenfalls sollten zwischen Schraube und Montagelache eine Kunststoffhülse sowie Kunststoffunterlegscheiben eingebracht sein, um beim Anziehen der Schrauben eine Lackbeschädigung zu vermeiden.

Die Wandbefestigung des *Sunny Boy* erfolgt mittels drei Montagelaschen an der Rückseite des Gerätes, eine Darstellung entnehmen Sie der folgenden Abbildung 3.3.

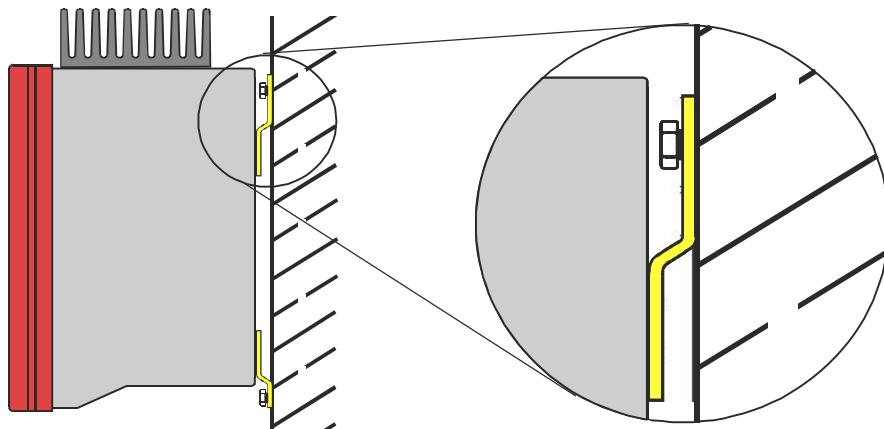


Abbildung 3.3: Darstellung der Wandbefestigung, Seitenansicht

Montagelaschen:

Die beiden oberen Montagelaschen dienen der Haltefunktion, die untere mittige Montagelache (teilweise sichtbar) dient der Sicherung gegen Ausheben.

Sicherung des *Sunny Boy* gegen Ausheben:

Nach Einhängen des *Sunny Boy* in obere Schrauben, untere Schraube zur Sicherung eindrehen.

Wandmontage

- Markieren Sie mit Hilfe der Bohrschablone die zu bohrenden Löcher.
- Nach dem Bohren der Löcher (und ggf. Setzen der Dübel) werden die beiden oberen Halteschrauben bis auf ca. 4 mm eingedreht.
- Hängen Sie das Gerät in die Halteschrauben ein.
- Sichern Sie nun den *Sunny Boy* gegen Ausheben durch Einschrauben der unteren Schraube.
- Überprüfen Sie das Gerät auf festen Sitz.

3.3 Elektrischer Anschluss

Ist der *Sunny Boy* fest montiert, kann im Weiteren der elektrische Anschluss des Gerätes vorgenommen werden.

Der Anschluss des Solargenerators und des Netzes wird im unteren Teil des *Sunny Boy* vorgenommen. Zur Leitungseinführung stehen an der Gehäuseunterseite entsprechende Öffnungen bzw. Steckverbinder zum Leitungsanschluss zur Verfügung. Es können Leitungsquerschnitte bis 4 mm² aufgenommen werden.

Anschlussvorbereitung

Entfernen Sie alle Schrauben an der Vorderseite des Gehäuses und nehmen Sie den Deckel ab.

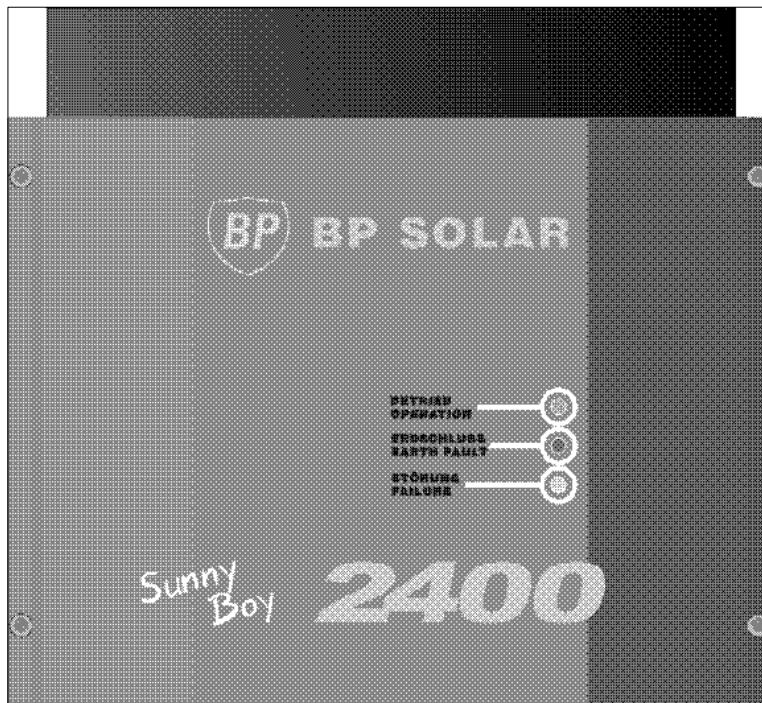


Abbildung 3.4: Vorderansicht des *Sunny Boy* 2400



An der Gehäusedeckelinnenseite befindet sich ein Flachsteckerkontakt mit grün-gelbem Erdungskabel (PE-Verbindung). Lösen Sie diesen Kontakt vorsichtig.

Sie haben nun den offenen Anschlussraum vor sich und können sich mit der Lage der relevanten Bauteile und Klemmen vertraut machen. Dort finden Sie:

- PV-Modul-Verbindung
MC-Steckverbinder für Solargeneratoranschluss an der Geräteaußenseite
- Netzanschlussklemmen
im unteren Bereich Mitte/rechts
- Netzsicherung
im unteren Bereich, rechts
- Thermisch überwachte Varistoren
im unteren Bereich, ganz links

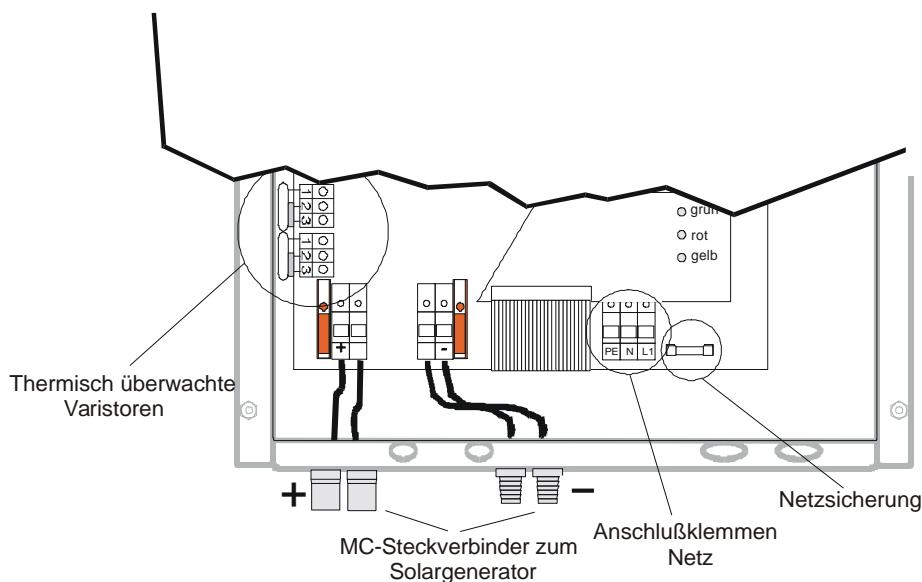


Abbildung 3.5: Klemmen- und Anschlussbereiche des *Sunny Boy 2400*



Der elektrische Anschluss des *Sunny Boy* sollte in folgender Reihenfolge geschehen:

1. Netzanschluss durchführen
2. Solargeneratoranschluss durchführen
3. Netzseitigen Leitungsschutzschalter (Sicherung) schließen

3.3.1 Netzanschluss

Der Netzanschluss des *Sunny Boy* muss 3-adrig erfolgen (L, N, PE).



Als Stromkreissicherung (Leitungsschutzelement) empfehlen wir eine 16 A (ggf. auch 10 A) Schmelzsicherung NEOKIT der Firma Lindner oder einen Sicherungsautomaten mit D- oder K-Charakteristik. Verbraucher dürfen an diesem Stromkreis nicht angeschlossen werden. Die einschlägigen Vorschriften (u.a. bezüglich Selektivität) sind in Abhängigkeit der lokalen Bedingungen einzuhalten.

Um die Netzanschlussbedingungen bezüglich ENS einzuhalten (siehe dazu Abschnitt „Selbsttätige Netz-Freischalteinrichtung (ENS)“ auf Seite 13) sollte der Impedanzwert am Wechselrichter auf jeden Fall kleiner als 1Ω sein.



Der Impedanzwert addiert sich aus Netzimpedanz am Hausanschluss und allen Widerstandswerten der weiteren Leitungen und Klemmstellen.

Als Hinweis: Allein die Widerstandswerte einer Leitung von z. B.

20 m, 1,5 mm ²	entsprechen	ca. 0,48 Ω
oder 35 m, 2,5 mm ²	entsprechen	ca. 0,50 Ω

Die Netzanschlussklemmen können Aderquerschnitte bis 4 mm² aufnehmen.



Bevor Sie die Netzleitung in das Gerät einführen, überprüfen Sie diese auf Spannungsfreiheit.

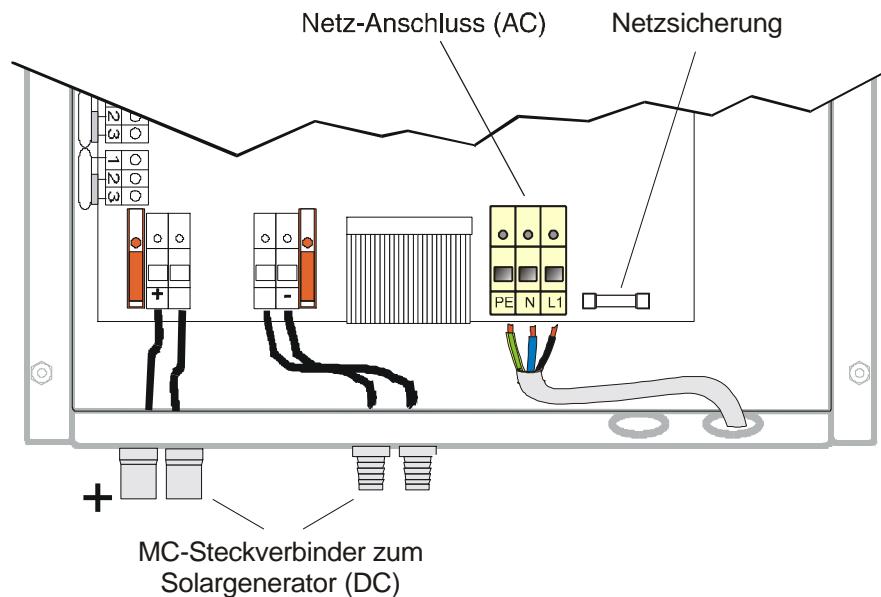


Abbildung 3.6: Netzanschluss des *Sunny Boy*

- Setzen Sie nun die PG16-Verschraubung (im Beipack enthalten) in die ganz rechts sitzende Öffnung im unteren Bereich des *Sunny Boy* ein und sichern Sie diese mit der entsprechenden Gegenmutter von der Geräteinnenseite.
- Führen Sie die abgemantelte und abisolierte Leitung durch die PG16-Verschraubung ein, und schließen Sie die einzelnen Adern der Reihe nach an (PE, N, L).

Die Anschlussklemmen sind Käfigzugfederklemmen, durch Einschieben eines geeigneten Schraubendrehers wird der Klemmbereich geöffnet.

- Prüfen Sie die Anschlussadern auf festen Sitz.
- Schrauben Sie die Leitungsabdichtung der PG16-Verschraubung fest.

3.3.2 Solargeneratoranschluss

Sicherheitshinweise

Um die maximale Sicherheit gegen eine gefährliche Berührungsspannung in der PV-Anlage zu erreichen, ist auf Grund der galvanischen Trennung (Transformator) weder die Plus- noch die Minusleitung elektrisch mit dem Erdpotential (PE) verbunden, d. h. es besteht im Normalfall kein gefährliches elektrisches Potential zwischen der Plusleitung und Erdpotential oder der Minusleitung und Erdpotential.

Die Höhe des elektrischen Widerstandes zwischen den Plus- und Minusanschlüssen und dem Erdpotential wird von dem *Sunny Boy* ständig überwacht.

Die Unterschreitung eines Widerstandswertes von $1 \text{ M}\Omega$ wird durch die rote LED als Warnung angezeigt (siehe Abschnitt „Erdschlussanzeige“ auf Seite 36).



Es besteht ein lebensgefährliches elektrisches Potential in Höhe der PV-Generatorspannung (Stringspannung) zwischen der Plus- und der Minusleitung.

Bedingt durch die Messschaltung zur Isolationsüberwachung wird ein elektrischer Bezug zwischen den Plus- und Minusanschlüssen und dem Erdpotential hergestellt. Auf Grund des sehr hohen Innenwiderstandes der Messschaltung kann für den Normalfall ein daraus resultierender gefährlicher Körperstrom ausgeschlossen werden. Allerdings zeigen hochohmige Voltmeter daher die Spannung zwischen Gehäuse des String-Wechselrichters und der Plus- bzw. Minusleitung an.



Das Trennen des PV-Generators vom *Sunny Boy* (Ziehen der Steckverbindung) darf niemals unter Last geschehen, d. h. niemals während des Einspeisebetriebs des Wechselrichters. Vor dem Trennen immer erst die Netzversorgung freischalten.

Solargeneratoranschluss des *Sunny Boy*

Um die Montage- und Wartungsarbeiten sicherheitstechnisch zu erleichtern, wird der PV-Generator bei dem *Sunny Boy* über berührungssichere Steckkontakte angeschlossen. Verwendet wird das Steckverbindungssystem der Firma Multi-Contact®, das speziell für den Einsatz in Photovoltaikanlagen entwickelt worden ist.



Bitte beachten Sie, dass die Polarität der PV-Generatorspannung mit den auf den MC-Steckkontakten des PV-Generators eingeprägten Symbolen „+“ und „-“, übereinstimmt.



Bitte prüfen Sie nun mit einem Messgerät die richtige Polarität und zulässige Höhe der Solargeneratorspannung.

Die maximale Eingangsspannung des *Sunny Boy* 2400 beträgt 300 V.

4 Inbetriebnahme

Sicherheitshinweise



Auf der Oberseite des Gerätes befindet sich der Kühlkörper des *Sunny Boy*, hier können Temperaturen über 80 °C auftreten. **Achtung, Verbrennungsgefahr.**



Achten Sie bitte darauf, dass alle verbliebenen Öffnungen zur Kabeldurchführung im unteren Bereich des *Sunny Boy* mit den beigelegten entsprechenden PG-Blindverschraubungen verschlossen sind.

Wenn die Messung die ordnungsgemäße Polarität und zulässige Höhe der Solargeneratorspannung bestätigt hat, sowie der Netzanschluß durchgeführt wurde, ist das Gerät wieder zu verschließen.

Verbinden Sie dazu das grüne / gelbe PE-Kabel mit dem Deckel und beachten Sie dabei, dass die Dichtung der Deckelinnenseite sich in der richtigen Position befindet. Schließen Sie den Deckel und ziehen Sie die vier Schrauben an.

Erstes Einschalten

1. Entfernen Sie die Verschlusskappen von den Leitungsenden des PV-Generators und stecken diese an den *Sunny Boy* bis zum vollständigen Anliegen auf. Direkt nachdem der Solargenerator über die Multi-Contact Steckverbinder mit dem *Sunny Boy* verbunden ist, liegt intern die PV-Generatorspannung an.
2. Schalten Sie die Netzspannung zu.

Bei genügend hoher Eingangsspannung wird der *Sunny Boy* nun den vollautomatischen Betrieb aufnehmen und in Abhängigkeit der solaren Einstrahlungsleistung die gewandelte Solarenergie in das elektrische Netz einspeisen.

Bei der Projektierung des *Sunny Boy* wurde darauf geachtet, den Eigenverbrauch so klein wie möglich zu halten. Der *Sunny Boy* benötigt maximal 4 W Eigenleistung, die er dem Solargenerator entnimmt.

Bitte beachten Sie, dass auf Grund des Eigenverbrauchs des *Sunny Boy* der Solargenerator bei sehr geringer Einstrahlung als „belastet“ anzusehen ist, es wird sich also nicht die Leerlaufspannung des Solargenerators einstellen. Erst bei Ansteigen der solaren Einstrahlung wird der Eigenverbrauch vernachlässigbar.

Der Betriebszustand des *Sunny Boy* wird mit Hilfe der im Gehäusedeckel integrierten drei Leuchtdioden (LEDs) angezeigt. Die Bedeutung der LED-Anzeige wird in Kapitel 5 erklärt.

5 Betriebs- und Störungsanzeige

Allgemein

Grundsätzlich arbeitet Ihr *Sunny Boy* vollautomatisch und wartungsfrei. So schaltet sich das Gerät z. B. vollständig ab, wenn keine solare Netzeinspeisung möglich ist (über Nacht).

Mit dem Beginn der Sonneneinstrahlung am nächsten Tag nimmt der *Sunny Boy* automatisch seinen Betrieb auf und wird bei ausreichend hoher Solareinstrahlung elektrische Energie in das Netz einspeisen. Bei nicht ausreichender Einstrahlung geht das Gerät in Wartestellung und steht so jederzeit für die Netzeinspeisung zur Verfügung.

Bei jedem ersten Einschalten am Tag werden, für den Betreiber unbemerkt, zahlreiche Selbst- und vorgeschriebene Sicherheitstests vom *Sunny Boy* durchgeführt.

Die grüne LED „Betrieb“ informiert über den derzeitigen Betriebszustand, siehe dazu Abschnitt „Betriebsanzeige“ auf Seite 33.

Die rote LED „Erdschluss“ warnt beim Vorliegen eines Erdenschlusses. Eine Beschreibung dieser Situation und eine Handlungsanweisung in einem solchen Fall finden Sie im Abschnitt „Erdschlussanzeige“ auf Seite 36.

Die gelbe LED „Störung“ zeigt eine interne oder externe Störung an, die derzeit verhindert, dass der Einspeisebetrieb fortgesetzt werden kann. Die einzelnen Störungsursachen und ihre Identifikation sind in Abschnitt „Störungsanzeige“ auf Seite 39 ausführlich beschrieben.

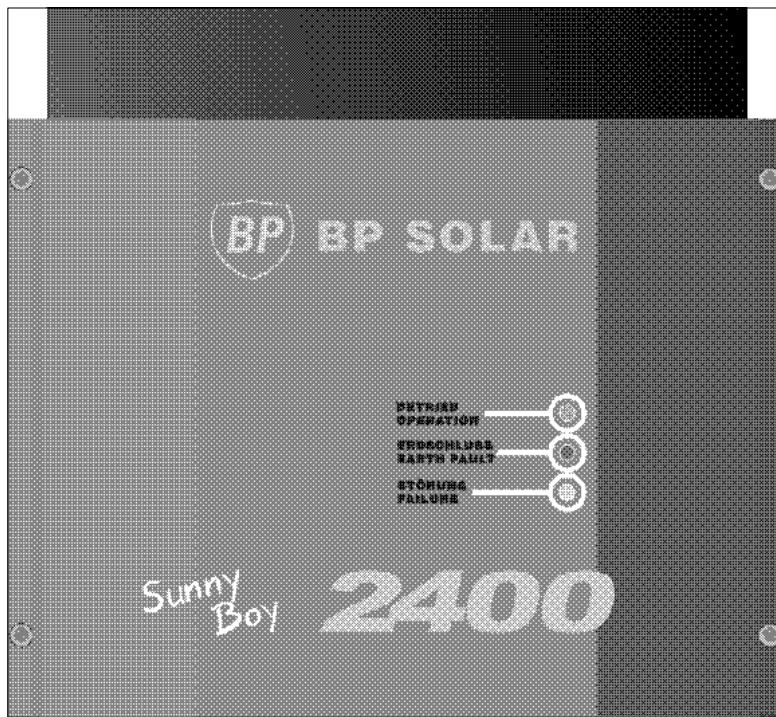


Abbildung 5.1: Frontansicht des *Sunny Boy 2400*

Zeichenerklärung für den nachfolgenden Text:

- ⊗ LED aus
- ◐ LED blinkt im Sekudentakt
- ◑ LED blinkt schnell (ca. drei Mal pro Sekunde)
- LED leuchtet
- Zustand nicht relevant

LED-Anzeige	Betriebszustand	Erläuterungen, Verweise
grün:  rot:  gelb: 	Nachtabschaltung	Die Eingangsspannung ist kleiner als 60 V
grün:  rot:  gelb: 	Initialisierung	Eingangsspannung: $U_{PV} \leq U_{PVSTOP}$
grün:  rot:  gelb: 	Stopp	Übergangszustand oder manuell eingestellter Betriebszustand
grün:  rot:  gelb: 	Warten, Netzüberwachung	Startbedingungen werden geprüft
grün:  rot:  gelb: 	Einspeisebetrieb (MPP-Betrieb oder Konstantspannungs-Betrieb)	Normaler Betriebszustand
grün:  rot:  gelb: 	Isolationsfehler	Erdschluss des PV-Generators oder Ausfall des Überspannungsschutzes
grün:  rot:  gelb: 	Störung	interne oder externe Störung, genaue Identifikation über Blink-Code möglich

Tabelle 5.1: Übersicht der Betriebszustandsanzeigen des *Sunny Boy*

Betriebsanzeige

Nachabschaltung

- Betrieb ——— 
Erdschluß ———  Alle LEDs sind aus
Störung ——— 

Der *Sunny Boy* befindet sich in der so genannten Nachabschaltung. Dieser Zustand wird erreicht, wenn die Eingangsleistung am Wechselrichter für eine Einspeisung zu gering ($U_{PV} < \text{ca. } 60 \text{ V}$) und für die Bordversorgung nicht ausreichend ist.

Initialisierung

- Betrieb ——— 
Erdschluß ———  Alle LEDs leuchten
Störung ——— 

Der Bordrechner des *Sunny Boy* befindet sich in der Initialisierungsphase.

Die Stringspannung am Wechselrichter liegt zwischen ca. 60 V und ca. 145 V. Die Energieversorgung für das Bordnetz ist bereits gegeben, die Leistung für eine Netzeinspeisung ist noch nicht ausreichend, ebenso ist noch keine Datenübertragung möglich.

Stopp

Betrieb	—	Grüne LED blinkt (ca. drei mal pro Sekunde)
Erdschluß	—	Rote LED aus
Störung	—	Gelbe LED aus

Der *Sunny Boy* befindet sich im Stopp-Zustand. Hier wird u. a. die Messelektronik kalibriert, anschließend erfolgt der Übergang zum Zustand „Warten“.

Der Betriebszustand „Stopp“ kann auch über *Sunny Boy Control* oder das PC-Programm *Sunny Data* vom Anlagenbetreiber manuell vorgegeben werden. In diesem Fall bleibt der *Sunny Boy* im Zustand „Stopp“, bis ein neuer Betriebszustand („MPP-Betrieb“, „Konstantspannungs-Betrieb“) vorgegeben oder der Bordrechner neu initialisiert wird (z. B. nach einer Komplettabschaltung).

Warten, Netzüberwachung

Betrieb	—	Grüne LED blinkt im Sekundentakt
Erdschluß	—	Rote LED aus
Störung	—	Gelbe LED aus

Der *Sunny Boy* prüft, ob die Startbedingungen für den Einspeisebetrieb erfüllt sind (Startspannung, Startzeit) und beginnt dann mit der Überwachung des Netzes.

Einspeisebetrieb

Betrieb	—	Grüne LED leuchtet
Erdschluß	—	Rote LED aus
Störung	—	Gelbe LED aus

Der *Sunny Boy* hat den Selbsttest der Messelektronik und der ENS erfolgreich beendet und nimmt den Einspeisebetrieb auf.

- **MPP-Betriebsart:** (Standard-Einstellung)

Hier ermittelt der *Sunny Boy* selbsttätig die MPP-Spannung des Solargenerators, welche der internen Regelung als PV-Sollspannung vorgegeben wird.

In der MPP-Betriebsart wird der Punkt der maximal einspeisbaren Leistung P_{AC} durch Änderung der PV-Sollspannung am Solargenerator eingestellt.

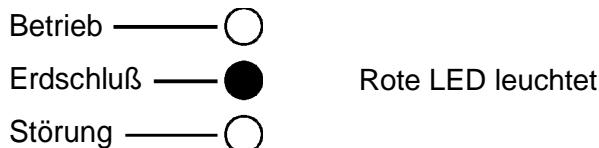
- **Konstantspannungs-Betriebsart:**

Der Betriebszustand „U-Konst.“ kann über *Sunny Boy Control* oder das PC-Programm *Sunny Data* vom Anlagenbetreiber manuell vorgegeben werden.

Der *Sunny Boy* übernimmt eine extern vorgegebene PV-Sollspannung in der Betriebsart „U-Konst“ als Vorgabe für die interne Regelung.

Erdschlussanzeige

Isolationsfehler, Varistor defekt



Der Wechselrichter zeigt durch Leuchten der roten LED einen Erdschluss an. Dieser Zustand kann auch in Verbindung mit anderen Anzeigen auftreten.

Beim Leuchten der Erdschluss-Anzeige können zwei unterschiedliche Fehler vorliegen. Dies kann entweder ein Isolationsfehler am Anschluss des PV-Generators sein, oder es ist mindestens einer der beiden thermisch überwachten Varistoren auf der DC-Eingangsseite hochohmig geworden und damit außer Funktion.

Nachfolgend werden die beiden Fehlerarten beschrieben und anschließend wird dargestellt, wie Sie herausfinden, um welchen Fehler es sich handelt.

- **Isolationsfehler**

Am Solargenerator oder -anschluss liegt ein Isolationsfehler vor, d. h. die Plus- oder Minusleitung oder eines der PV-Module hat eine elektrisch leitende Verbindung ($< 1 \text{ M}\Omega$) zum Erdpotential (PE).



Es wird dringend empfohlen, den Isolationsfehler von einer Fachkraft beseitigen zu lassen.

Eine niederohmige Verbindung zwischen der Plus- oder Minusleitung und dem Erdpotential, die als Isolationsfehler angezeigt wird, stellt eine erhöhte Gefahr für gefährliche Körperströme bei Berührung bereits nur eines DC-Potentialpunktes dar. Das heißt, sollten Sie irgendeinen elektrischen Anschluss am Solargenerator berühren, so ist dadurch, dass Sie sich selbst in der Regel auf Erdpotential bewegen, eine Stromschlaggefahr gegeben.

- **Defekt der thermisch überwachten Varistoren**

Im *Sunny Boy* sind auf der DC-Eingangsseite thermisch überwachte Varistoren eingebaut (Plus- und Minusleitung jeweils gegen PE). Diese haben die Aufgabe, den Wechselrichter vor atmosphärischen Überspannungen (Wirkung des von Gewitterwolken oder Ferneinschlägen aufgebauten elektrischen Feldes) zu schützen.

Nach mehrfachem Ansprechen der thermisch überwachten Varistoren (ein thermisch überwachter Varistor ist die Reihenschaltung eines Varistors und einer Thermosicherung) können diese in einen hochohmigen Zustand übergehen, sodass sie im Weiteren keine Schutzfunktion mehr übernehmen. Dieser Zustand wird durch Leuchten der Erdchluss-LED angezeigt.



Es wird empfohlen, den Austausch der thermisch überwachten Varistoren von einer Fachkraft vornehmen zu lassen.

- **Fehlererkennung**

Die rote LED kann beide oben beschriebenen Zustände anzeigen. Im Weiteren wird die Vorgehensweise beschrieben, wie eine Fachkraft die Störungsanzeige zuzuordnen hat.

Die Beschreibung ist in knapper Form dargestellt. Berücksichtigen Sie bitte alle relevanten Hinweise in den Kapiteln 3.3 „Elektrischer Anschluss“ und 4 „Inbetriebnahme“.

- Wechselrichter vom Netz trennen.
- Gerät öffnen und Wechselrichter durch Öffnen aller Trennklemmen bzw. Ziehen der Multi-Contact Stecker allpolig vom PV-Generator trennen.
- Die beiden thermisch überwachten Varistoren V1 und V2 (siehe Abbildung 5.2) mittels geeignetem Schraubendreher lösen und herausnehmen.
- Die thermisch überwachten Varistoren sind in einer Klemmleiste auf der Hauptplatine angeschlossen.
- Jeweils die Klemmen 2 und 3 verbinden.
- PV-Generator durch Schließen aller Trennklemmen bzw. Aufstecken der MC-Steckverbinder wieder zuschalten.

- Netz zuschalten.
- Sollte die rote LED nicht leuchten, siehe A, sollte sie leuchten, siehe B.

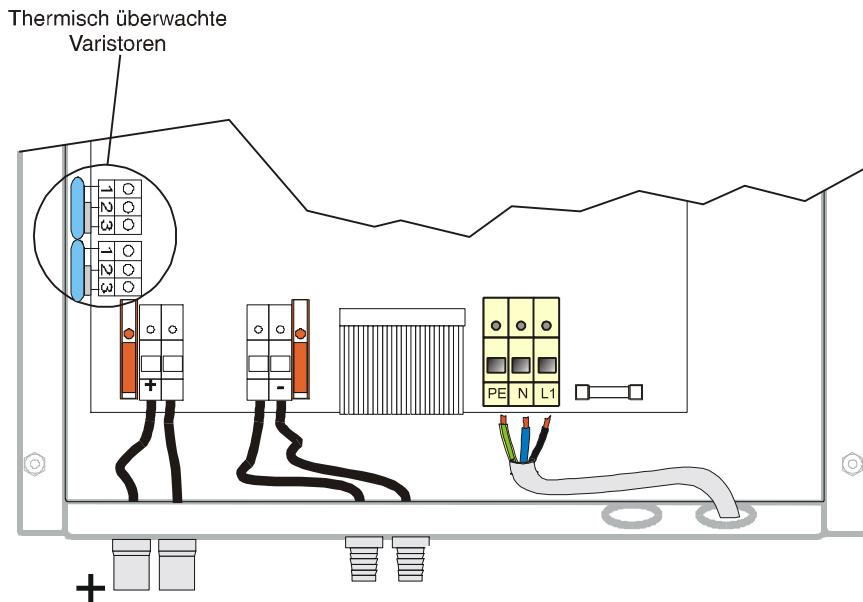


Abbildung 5.2: Thermisch überwachte Varistoren

- A** Die rote LED leuchtet nicht, es liegt ein Defekt von mindestens einem der thermisch überwachten Varistoren vor. Wir empfehlen, beide Varistoren durch entsprechende Austauschteile, die Sie nur beim Hersteller beziehen können, zu ersetzen.



Die thermisch überwachten Varistoren sind nicht im Handel erhältlich, sondern für die Anwendung im *Sunny Boy* speziell ausgelegt.

- B** Die rote LED leuchtet weiterhin, es muss wie folgt verfahren werden:

- Wechselrichter vom Netz trennen.
- Wechselrichter durch Trennklemmen oder Multi-Contact Steckverbinder allpolig vom PV-Generator trennen.
- Die beiden Verbindungen 2 - 3 entfernen und eine Verbindung von Klemme 2 des einen Blocks zu Klemme 2 des anderen Blocks einschrauben.
- Wiederholt PV-Generator und Netz zuschalten.

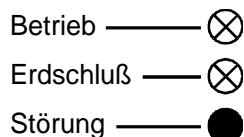
- **Sollte nun die rote LED weiterhin leuchten, liegt ein Defekt am Gerät vor, der vom Hersteller repariert werden muss.**

Sollte die rote LED nicht leuchten, so liegt ein Isolationsfehler des PV-Generators bzw. der Verkabelung vor.

- Wechselrichter vom Netz trennen.
- PV-Generator mittels Trennklemmen bzw. MC-Steckverbinder vom Wechselrichter trennen.
- Nun sollte der Isolationsfehler durch entsprechende Messungen lokalisiert und behoben werden.

Störungsanzeige

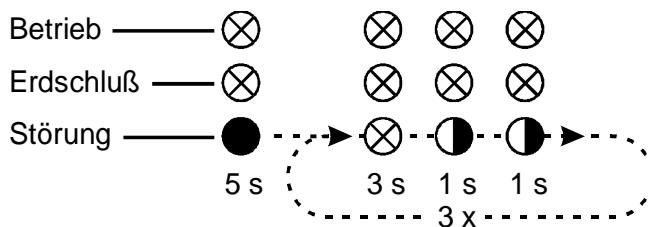
Dauerhafte Betriebshemmung



Die gelbe Störungs-LED leuchtet dauerhaft.

Diese Meldung erscheint bei einer Störung der Netzüberwachung bzw. selbsttätigen Freischalt-Einrichtung (ENS). Der Wechselrichter hat beim internen Test eine Fehlfunktion der ENS festgestellt und den Einspeisebetrieb gesperrt. Das weitere Vorgehen ist in Kapitel 7 „Störungsbehebung“ beschrieben.

Blinkcode 2: Netzstörung



Die gelbe Störungs-LED leuchtet beim Auftreten der Störung für 5 s und beginnt dann den Blinkcode auszugeben, indem sie 3 s dunkel bleibt und dann zwei mal kurz blinkt. Der Code wird drei mal hintereinander gesendet.

Liegt die Störung dann immer noch vor, beginnt die Meldung von vorne.

Der *Sunny Boy* zeigt mit der oben beschriebenen Meldung eine Netzstörung an, die folgende Ursachen haben kann:

- Netzunterspannung (< „Uac-Min“, siehe Tabelle 9.1)
- Netzüberspannung (> „Uac-Max“, siehe Tabelle 9.1)
- Netzunterfrequenz (< „Fac-Min“, siehe Tabelle 9.1)
- Netzüberfrequenz (> „Fac-Max“, siehe Tabelle 9.1).
- Netzfrequenzänderung („|dFac|“, siehe Tabelle 9.1)

Prüfen Sie jetzt, ob Ihr Haushalt zurzeit vom Netz mit Strom versorgt wird (Funktion anderer elektrischer Verbraucher) und ob die Sicherung der Einspeiseleitung des Wechselrichters in Ordnung ist.



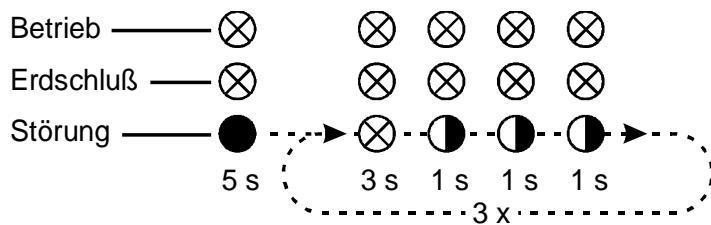
Sollten Sie hierbei keine Störung entdecken, so ist der Netzanschluss des Wechselrichters von einer Elektrofachkraft zu überprüfen.

Diese sollte im Gerät den korrekten Anschluss sowie die interne Schmelzsicherung überprüfen (siehe Abbildung 3.5).



Vor dem Öffnen ist das Gerät spannungsfrei zu schalten.

Blinkcode 3: Netzimpedanz zu hoch

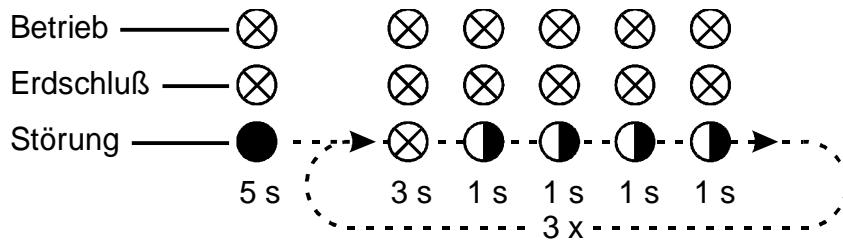


Die gelbe Störungs-LED leuchtet beim Auftreten der Störung für 5 s und beginnt dann den Blinkcode auszugeben, indem sie 3 s dunkel bleibt und dann drei mal kurz blinkt. Der Code wird drei mal hintereinander gesendet.

Liegt die Störung dann immer noch vor, beginnt die Meldung von vorne.

Das Gerät hat eine Störung auf Grund unzulässiger Netzimpedanz-Werte erkannt. Die Kriterien für die Netzimpedanz sind ausführlich im Abschnitt „ENS“ beschrieben.

Sollte der Wechselrichter während der Netzüberwachung häufig mit dem oben beschriebenen Fehler abschalten, so kann der Grund eine zu hohe Netzimpedanz sein. Um den Wert der Netzimpedanz zu überprüfen, empfiehlt es sich, diesen mit *Sunny Data* oder *Sunny Boy Control* auszuwerten. Sollte der Impedanzwert $Z_{AC} \geq 1,25 \Omega$ sein, so darf der *Sunny Boy* sich nicht auf das Netz schalten. Abhilfe kann in der Regel durch Erhöhung des Zuleitungsquerschnittes der Netzleitung geschaffen werden.

Blinkcode 4: Eingangsspannung (PV-Generator) zu hoch

Die gelbe Störungs-LED leuchtet beim Auftreten der Störung für 5 s und beginnt dann den Blinkcode auszugeben, indem sie 3 s dunkel bleibt und dann vier mal kurz blinkt. Der Code wird drei mal hintereinander gesendet.

Liegt die Störung dann immer noch vor, beginnt die Meldung von vorne.

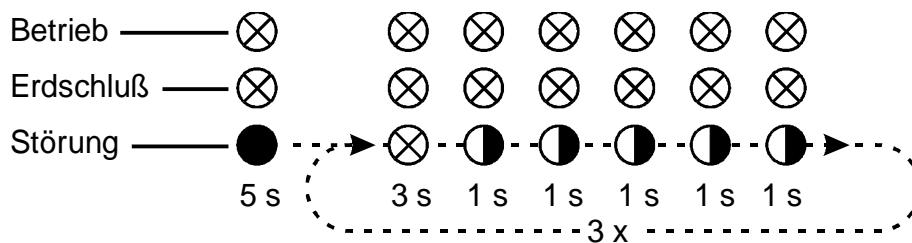
Das Gerät zeigt eine zu hohe Eingangsspannung an. Die Spannung des PV-Generators übersteigt die jeweils erlaubte Spannung!



Trennen Sie sofort den PV-Generator vom *Sunny Boy*. Das Anliegen einer zu hohen Eingangsspannung kann zu irreparablen Schäden führen!

Lassen Sie die korrekte Auslegung des PV-Generators von Ihrem Installateur prüfen.

Die zulässige PV-Eingangsspannung des jeweiligen *Sunny Boy* ersehen Sie aus den technischen Daten im Kapitel 9.

Blinkcode 5: Gerätestörung

Die gelbe Störungs-LED leuchtet beim Auftreten der Störung für 5 s und beginnt dann den Blinkcode auszugeben, indem sie 3 s dunkel bleibt und dann fünf mal kurz blinkt. Der Code wird drei mal hintereinander gesendet.

Liegt die Störung dann immer noch vor, beginnt die Meldung von vorne.

Das Gerät befindet sich in einem Zustand, aus dem es nicht in einen normalen Betrieb übergehen kann. Vermutlich liegt ein Defekt im Gerät vor.



Eine Elektrofachkraft muss das Gerät überprüfen.

6 Anlagenüberwachung und Diagnose

6.1 Datenübertragung über die Netzleitung

Die Signalübertragung zwischen dem *Sunny Boy* und dem PC bzw. *Sunny Boy Control* erfolgt einfach über die vorhandene Netzanschlussleitung. Der Installationsaufwand reduziert sich somit auf ein Minimum (siehe dazu Abbildung 6.1). Im *Sunny Boy* muss ein Power-Line-Modem zur Datenübertragung installiert sein. Am PC wird das Steckermodem benötigt (SWR-COM). Bei dem *Sunny Boy Control*, dem speziellen Controller für PV-Anlagen, ist dieses integriert. Der PC oder das *Sunny Boy Control* können an beliebiger Stelle des Hausnetzes aufgestellt sein, da diese sich die Daten „aus der Steckdose“ holen.

Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb ist, dass die *Sunny Boys* als auch das PC-Steckermodem oder *Sunny Boy Control* an der gleichen Phase des Hausnetzes angeschlossen sind. Beim Anschluss der Komponenten an verschiedene Außenleiter muss zusätzlich ein so genannter Phasenkoppler (als Zubehör von SMA zu beziehen) in die Hausverteilung von einer Fachkraft installiert werden, der dann die Kommunikation im gesamten Hausnetz ermöglicht.

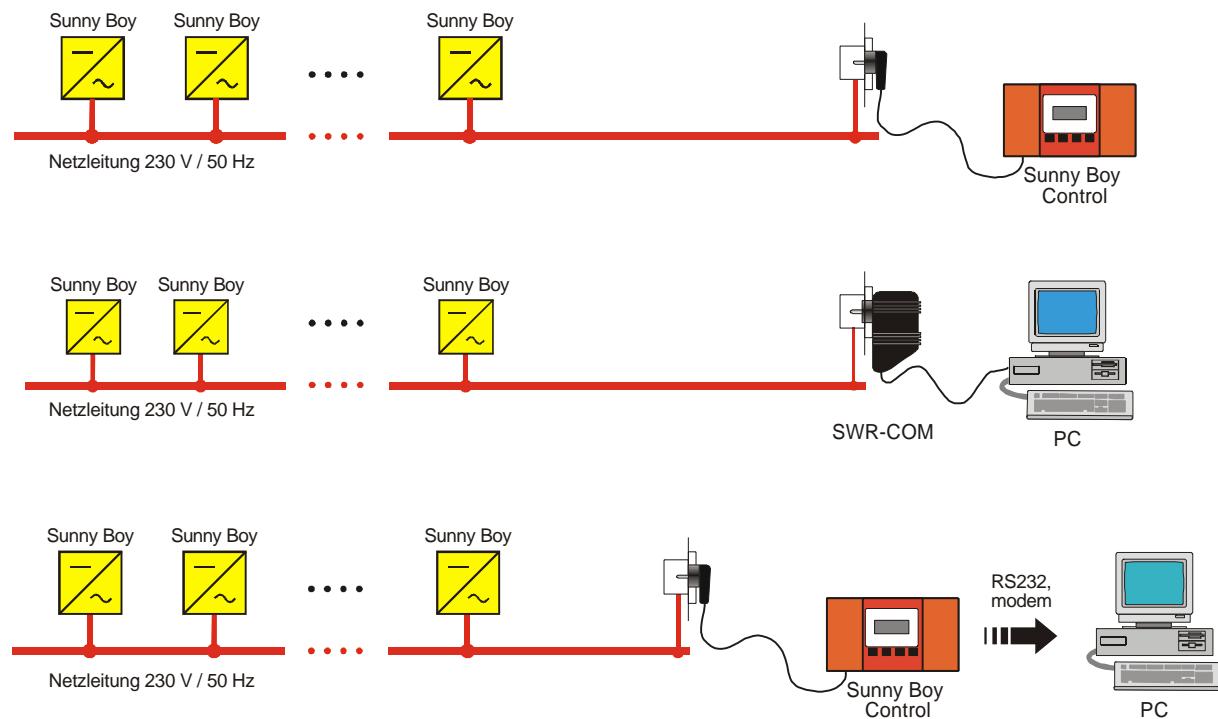


Abbildung 6.1: Prinzip der Datenübertragung über die Netzleitung

Voraussetzungen für den Betrieb

- *Sunny Boy* mit der Option „Powerline“ (Best.-Nr. SWRxxxx-NE:1x0) ist vorhanden.
Das heißt:
 - Die Huckepack-Platine NLM für den *Sunny Boy* ist vorhanden (siehe Abbildung 6.7).
 - Die Widerstände unter dem NLM Piggy Back müssen für Powerline-Kommunikation vorhanden sein (siehe Abbildung 6.7 auf Seite 54).
- Bei Kommunikation mit PC
 - Ein Stecker-Modem *SWR-COM* steht zur Verfügung.
 - Manche PC sind mit einer 25-poligen COM-Schnittstelle ausgerüstet. In diesen Fällen ist ein kleiner Adapter notwendig (Best.-Nr. 39-5010).
 - Visualisierungs-Software *Sunny Data* ist vorhanden.

Installation

- Bei Betrieb mit PC
Am PC wird die RS232-Verbindung des Stecker-Modems *SWR-COM* an eine freie Schnittstelle (COM1 .. COM4) angeschlossen. Das Steckermodem wird in die 230-Volt-Steckdose der Hausverteilung eingesteckt. Die Bedienung der Visualisierungs-Software *Sunny Data* entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung *Sunny Data*.
- Bei Betrieb mit *Sunny Boy Control*
Der 230-Volt-Netzstecker des *Sunny Boy Control* wird in die Netzsteckdose der Hausverteilung eingesteckt. Die Bedienung des *Sunny Boy Control* oder bei zusätzlicher Verwendung eines PC mit Visualisierungs-Software *Sunny Data Control* für *Sunny Boy Control* entnehmen Sie bitte den entsprechenden Bedienungsanleitungen für diese Komponenten.

6.2 Datenübertragung über eine separate Datenleitung



RS232-Datenübertragung eignet sich nur für die Datenübertragung zwischen einem PC und **einem einzelnen Sunny Boy**.

Der Datentransfer über die Netzleitung ist zuverlässig und preiswert. In elektrischen Netzen, die im hohen Maß mit hochfrequenten Störungen beaufschlagt sind, z. B. in Industriebetrieben, kann es vorkommen, dass der Datentransfer via Netzleitung auf Grund der starken Oberwellenbelastung nicht möglich ist. In diesem Fall gibt es die Möglichkeit, die Kommunikation zwischen den *Sunny Boys* und dem *Sunny Boy Control* oder dem PC über eine separat zu installierende Datenleitung zu realisieren.

Datenleitung (RS232)

Ist nur ein *Sunny Boy* mit dem PC zu verbinden, so ist die einfachste Variante die direkte Kopplung über eine RS232-Schnittstelle. Bei dieser Möglichkeit des Datentransfers sind max. 15 m Datenleitungslänge zwischen PC und *Sunny Boy* zulässig.

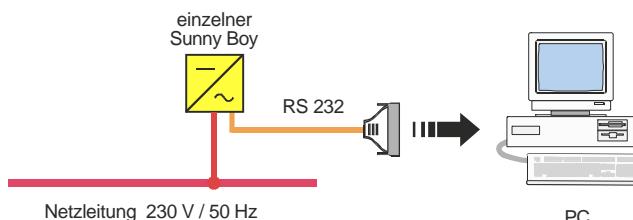


Abbildung 6.2: Prinzip der Datenübertragung mit RS232 zu einem *Sunny Boy*



Die RS232-Kommunikation mit einem *Sunny Boy* ist ausschließlich als direkte Verbindung mit dem PC sinnvoll einsetzbar.

Wird statt des PC ein *Sunny Boy Control* genutzt, so muss auch bei nur einem *Sunny Boy* zur Kommunikation über eine separate Datenleitung die RS485-Schnittstelle gewählt werden (siehe Abschnitt Datenleitung RS485).

Voraussetzungen für den Betrieb mit RS232

- Die Piggy Back Platine 232 für den *Sunny Boy* ist vorhanden.
- Visualisierungs-Software *Sunny Data* ist installiert.
- Die hellblauen Drahtbrücken (Widerstände in Abbildung 6.3) auf der Betriebsführungsplatine sind **nicht** bestückt.
- Manche PC sind mit einer 25-poligen COM-Schnittstelle ausgerüstet. In diesen Fällen ist ein kleiner Adapter notwendig (Best.-Nr. 39-5010).

Installation

- RS232-Verbindungskabel LIYCY, 0,25 mm², 4-adrig (aber: nur 3 Adern werden benötigt) mit Gesamtabschirmung und maximaler Länge von 15 m anschließen. Die Steckerbelegung können Sie der Abbildung 6.3 entnehmen. Der Schirm sollte beidseitig am *Sunny Boy*- bzw. PC-Gehäuse mit Erde (PE) verbunden sein.

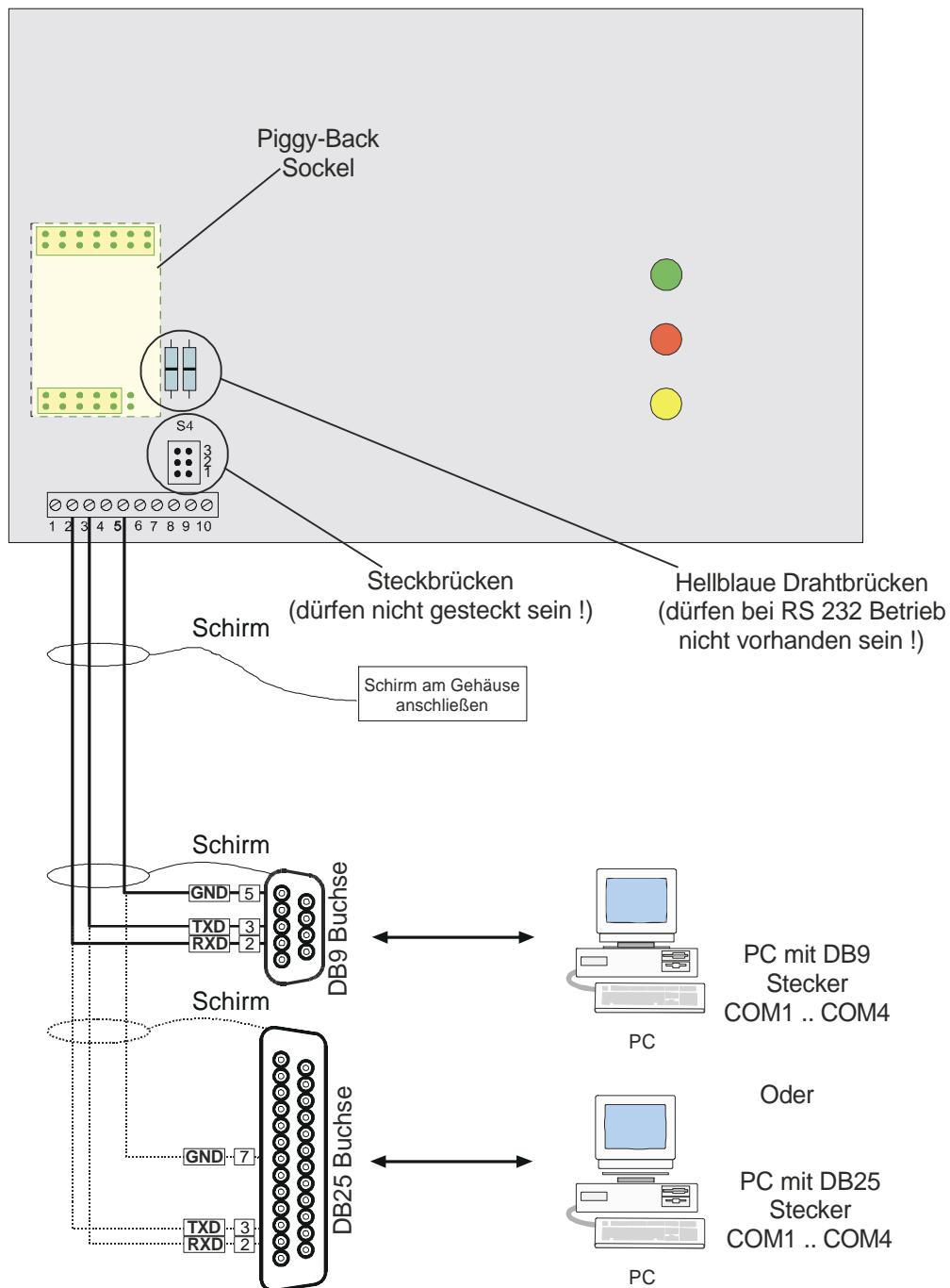


Abbildung 6.3: Betriebsführungsplatine *Sunny Boy* mit RS232-Verkabelung

Datenleitung (RS485)

Sollen in oberwellenbelasteten Netzen mehrere *Sunny Boys* mit einem PC oder *Sunny Boy Control* verbunden werden, so kann dies mittels einer RS485-Schnittstelle und separater Datenleitung vorgenommen werden. Hierbei sind bis zu 1200 m Datenleitungslänge zulässig.

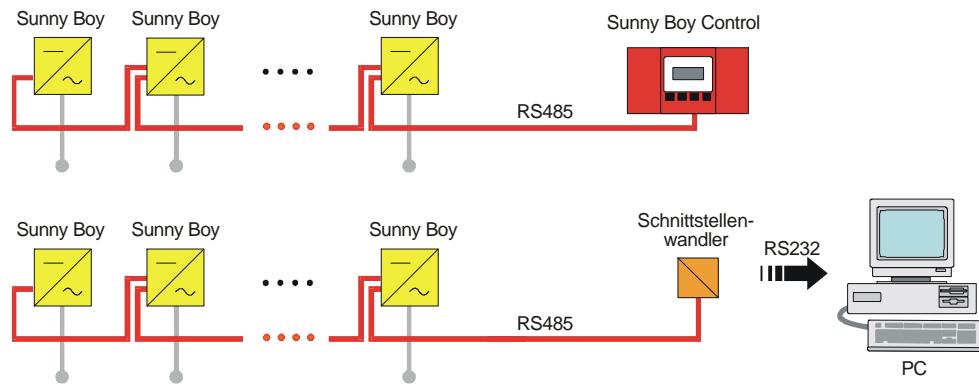


Abbildung 6.4: Prinzip der Datenübertragung mit RS485 mit mehreren *Sunny Boys*

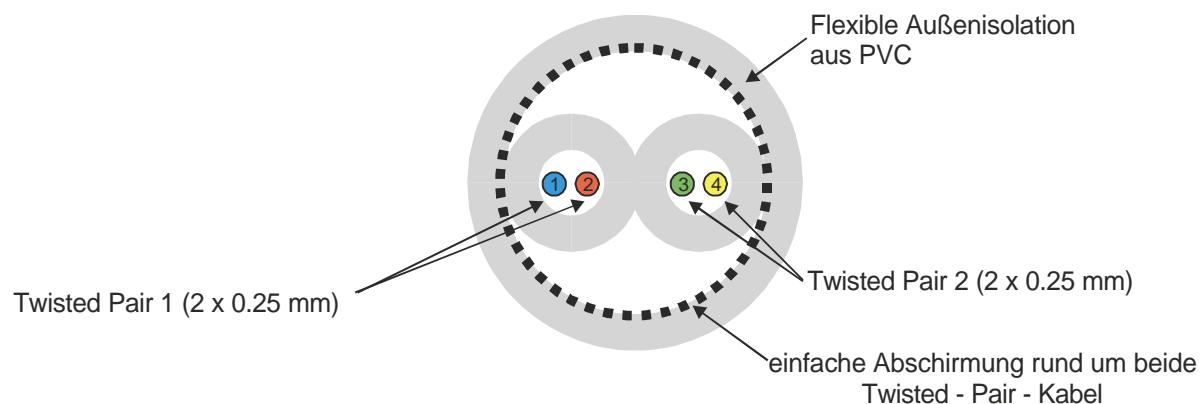


Abbildung 6.5: Querschnitt des RS485-Kabels

Voraussetzungen für den Betrieb mit RS485

- Die Piggy Back Platine 485: ist an allen *Sunny Boys* vorhanden.
- Die hellblauen Drahtbrücken (Widerstände in Abbildung 6.6) auf der Betriebsführungsplatine sind **nicht** bestückt.
- Bei Kommunikation mit PC:
 - Der Umsetzer RSU485 (Best.-Nr. 39-0020) ist vorhanden.
 - Visualisierungs-Software *Sunny Data* ist vorhanden.
 - Manche PC sind mit einer 25-poligen COM-Schnittstelle ausgerüstet. In diesen Fällen ist ein kleiner Adapter notwendig (Best.-Nr. 39-5010).

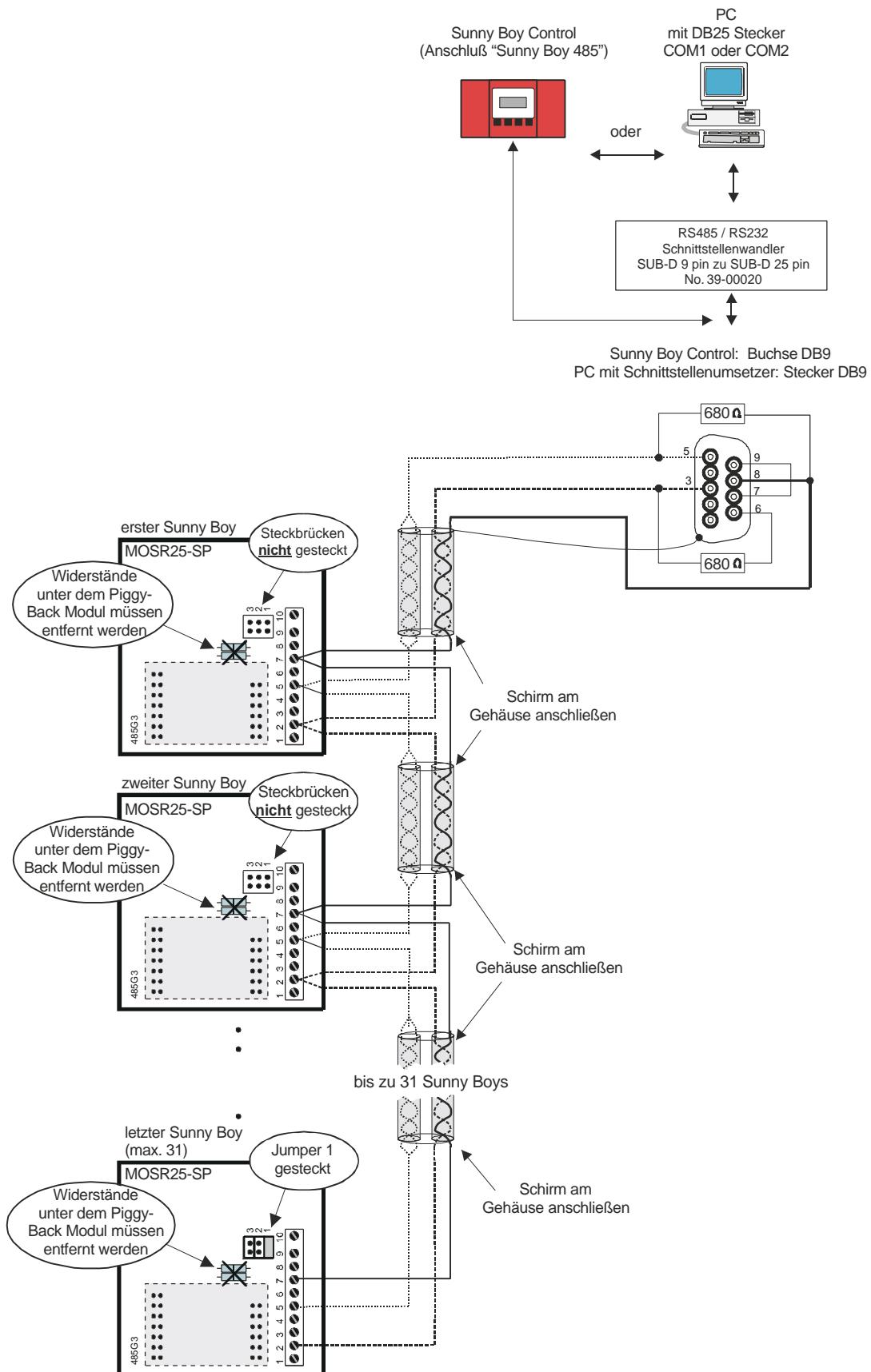


Abbildung 6.6: Betriebsführungsplatine *Sunny Boy* mit angeschlossener RS485-Verkabelung

Installation

- An der Umsetzerseite der Datenleitung wird eine Verbindung Pin 7 - Pin 9 angebracht.
- Bei Betrieb mit PC statt *Sunny Boy Control* wird der Umsetzer RS485/RS232 (Best.-Nr. 39-0020) durch den Umschalter an der Geräteoberseite auf DTE-Betrieb gestellt.
- Am **letzten** *Sunny Boy*, in der Verkabelung vom PC oder *Sunny Boy Control* aus gesehen, wird ein Leitungs-Abschlusswiderstand durch die beigeckte Steckbrücke (Nr. 1, Steckbrücke direkt über der Klemmenleiste) zugeschaltet (siehe Abbildung 6.6).
- Zwei Vorspann-Widerstände zu je 680Ω sind direkt an die DB9-Verbindung am Anfang der Datenleitung einzufügen. Sie werden an Pin 3 und 6 sowie an Pin 5 und 8 gelötet (siehe Abbildung 6.6).
- RS485-Verbindungskabel LIYCY, $0,25 \text{ mm}^2$, 2x2 Adern paarweise verdrillt, mit Gesamtabschirmung und maximaler Länge von 1200 m anschließen. Der Schirm sollte beidseitig am Gehäuse mit Erde (PE) verbunden sein.
- Falls nötig, RS232-Adapter 25-polig (Stift) auf 9-polig (Buchse) anbringen.

Anschlussbelegung Adapter 9-polig auf 25-polig

DB9	DB25	Beschreibung	
1	8	DCD	(Data Carrier Detect)
2	3	RX	(Receive Data)
3	2	TX	(Transmit Data)
4	20	DTR	(Data Terminal Ready)
5	7	GND	(Signal Ground)
6	6	DSR	(Data Set Ready)
7	4	RTS	(Request To Send)
8	5	CTS	(Clear To Send)
9	22	RI	(Ring Indicator)

Tabelle 6.1: Belegung der Schnittstelle zur Adaption PC-kompatibler Rechner

6.3 Auf- oder Umrüsten der *Sunny Boy* Schnittstelle

Der *Sunny Boy* ist werkseitig für die Datenübertragung vorbereitet. Durch einfaches Aufstecken einer Huckepack-Platine (Piggy-Back) unterstützt er die Schnittstellen für das Netzleitungsprotokoll, RS232 oder RS485.

Um eine neue Schnittstelle im *Sunny Boy* zu installieren, muss auf der Betriebsführungsplatine (BFS) eine entsprechende Huckepack-Platine montiert werden. Berücksichtigen Sie bitte auch alle relevanten Hinweise in den Kapiteln 3.3 „Elektrischer Anschluss“ und 4 „Inbetriebnahme“ der technischen Beschreibung des *Sunny Boy*.



Der *Sunny Boy* arbeitet extern und intern mit hohen Spannungen, von denen eine besondere Personengefährdung ausgeht. Alle Arbeiten am Gerät, insbesondere das Öffnen des Gerätes, dürfen nur von einer ausgebildeten Elektrofachkraft durchgeführt werden!

Bitte beachten Sie, dass Sie bei der Umrüstung sowohl mit elektronischen Komponenten als auch mit Bauteilen, die unter lebensgefährdenden Spannungen stehen, in Berührung kommen können. Eine fehlerhafte Umrüstung kann zu Schäden am Gerät bzw. Personengefährdung durch elektrische Spannungen führen.

Die Umrüstung darf deshalb nur von ausgebildetem Fachpersonal oder vom SMA-Service durchgeführt werden.



Arbeiten am Wechselrichter dürfen ausschließlich im freigeschalteten und entladenen Zustand erfolgen!

Beachten Sie bei allen Umrüstarbeiten die ESD-Schutzvorschriften:

Elektronische Bauteile sind empfindlich gegen elektrostatische Aufladungen. Zum Schutz der elektronischen Bauteile müssen Sie sich auf demselben elektrischen Potential befinden. Leiten Sie die elektrostatische Ladung durch Berühren des geerdeten Gehäuses von sich ab, bevor Sie eine elektronische Komponente anfassen. Dadurch wird verhindert, dass ein Potentialausgleich zwischen Ihrem Körper und der Elektronik über die Bauteile erfolgt und somit zur Zerstörung der Bauteile führt.

Arbeiten am Wechselrichter dürfen ausschließlich in der im folgenden beschriebenen Vorgehensweise durchgeführt werden:

1. Wechselrichter vom Netz trennen.
2. Wechselrichter allpolig vom PV-Generator trennen.



ca. 5 Minuten warten, bis die internen Spannungen abgeklungen sind.

3. Erst jetzt das Gerät öffnen.

Entfernen Sie eine eventuell vorhandene Piggy-Back-Platine, die auf der Betriebsführungsplatine steckt.

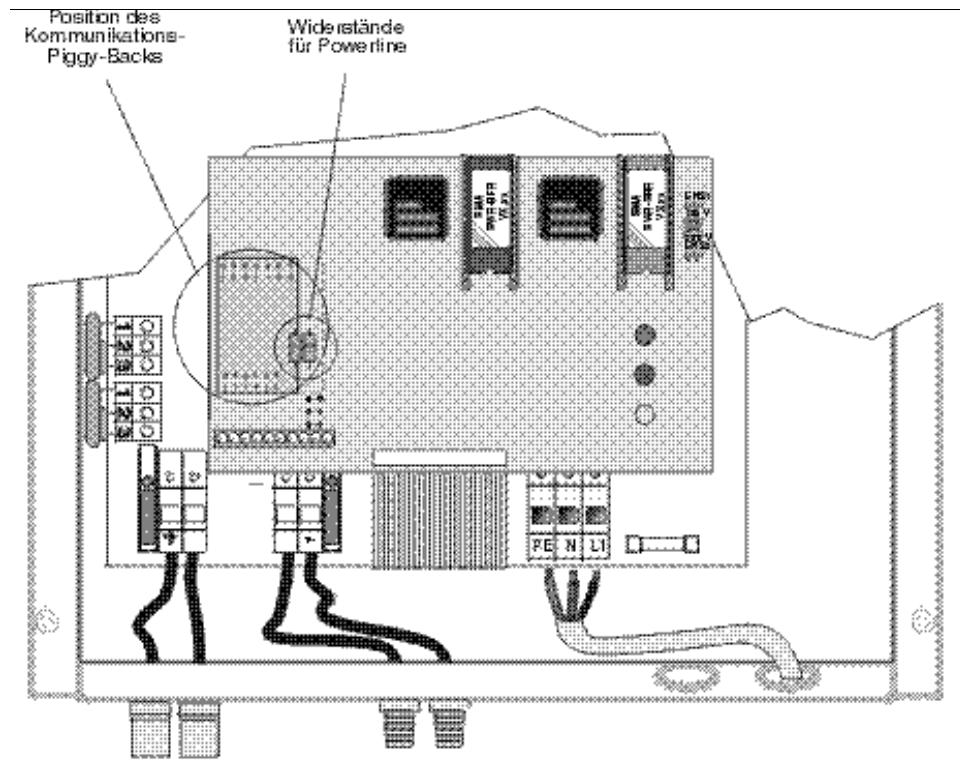


Abbildung 6.7: Sunny Boy 2400 Betriebsführungsplatine

- **Nur bei Installation einer RS232- oder RS485-Platine:**
 - Entfernen Sie die eventuell vorhandenen hellblauen Drahtbrücken (Widerstände in Abbildung 6.7) auf der Betriebsführungsplatine, indem Sie diese Bauteile mit einem kleinen Seitenschneider heraustrennen.
- **Nur bei Installation einer Platine für Netzleitungskommunikation (NLM):**
 - Vergewissern Sie sich bitte, ob die hellblauen Drahtbrücken (Widerstände in Abbildung 6.7) auf der Betriebsführungsplatine vorhanden sind. Fehlen diese, so müssen dort Drahtbrücken (entsprechend 0Ω Widerständen) eingelötet werden.

Stecken Sie die gewünschte Huckepack-Platine auf den dafür vorgesehenen Steckplatz. Bitte stecken Sie die Huckepack-Platine so auf, dass keine Buchse der Steckkontakte der Huckepack-Platine frei bleibt.

4. Das Gerät wieder verschließen. Dabei bitte die PE-Verbindung des Gehäusedeckels mit dem Flachstecker des grün-gelben PE-Leiters wieder herstellen. Achten Sie bitte beim Aufsetzen des Deckels auf den korrekten Sitz der Dichtung in der Deckelinnenseite.
5. PV-Generator wieder anschließen.
6. Netz zuschalten.

Das Gerät muss jetzt bei ausreichender PV-Generatorleistung wieder automatisch den Einspeisebetrieb aufnehmen.

6.4 Grafische Bedienoberfläche unter Windows

Sunny Data

Das unter Windows arbeitende PC-Programm *Sunny Data* bietet Ihnen zur Kommunikation mit dem *Sunny Boy* eine grafische Bedienoberfläche und alle unter Windows bekannten positiven Eigenschaften.

Die verfügbaren Messkanäle (siehe Kapitel 6.5) des *Sunny Boy* können hier online angezeigt werden. Eine Datenaufzeichnung der Messkanäle kann manuell und automatisch erfolgen. Die Messwerte werden in Dateien auf beliebigen Datenträgern gespeichert. Eine Sonderfunktion für den Installateur ist implementiert, sodass dieser Systemparameter zur Optimierung der Photovoltaikanlage anpassen kann. Weiterführende Informationen zu *Sunny Data* entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung „*Sunny Data*“.

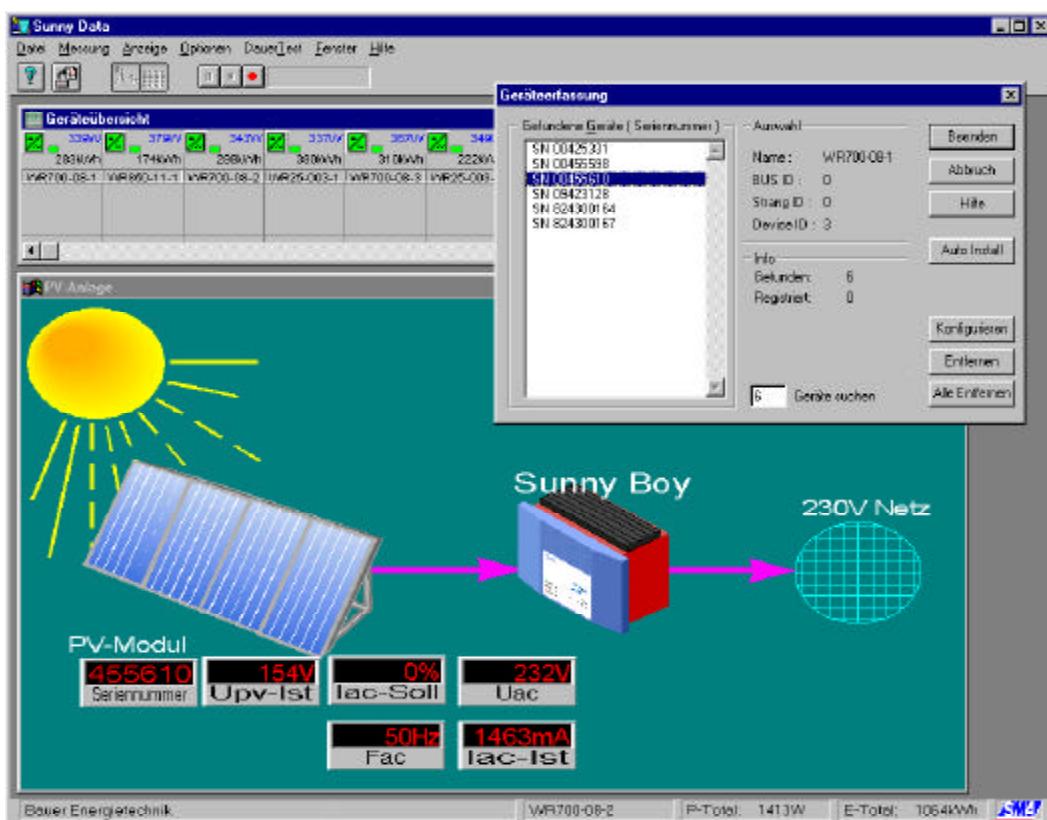


Abbildung 6.8: Grafische Bedienoberfläche *Sunny Data*

Sunny Data Control

In PV-Anlagen, bei denen eine Vielzahl von *Sunny Boys* zum Einsatz kommt, bietet sich das Kommunikationskonzept mit *Sunny Boy Control* an. *Sunny Boy Control* arbeitet als zentrale Messdatenerfassungs- und Diagnoseeinheit für bis zu 50 *Sunny Boys*, unterstützt die PV-Anlageninbetriebnahme und bietet Ferndiagnose per Fax und Modem.

Zur globalen Visualisierung der PV-Anlagendaten wird das PC-Programm *Sunny Data Control* unter Windows von SMA angeboten. Sehr eindrucksvoll kann hier z. B. die Ausgangsleistung der gesamten PV-Großanlage in einer Matrix dargestellt werden.

Die vielfältigen Möglichkeiten beim Aufbau eines Überwachungskonzeptes mit *Sunny Boy Control* ersehen Sie aus der Bedienungsanleitung des *Sunny Boy Control*.

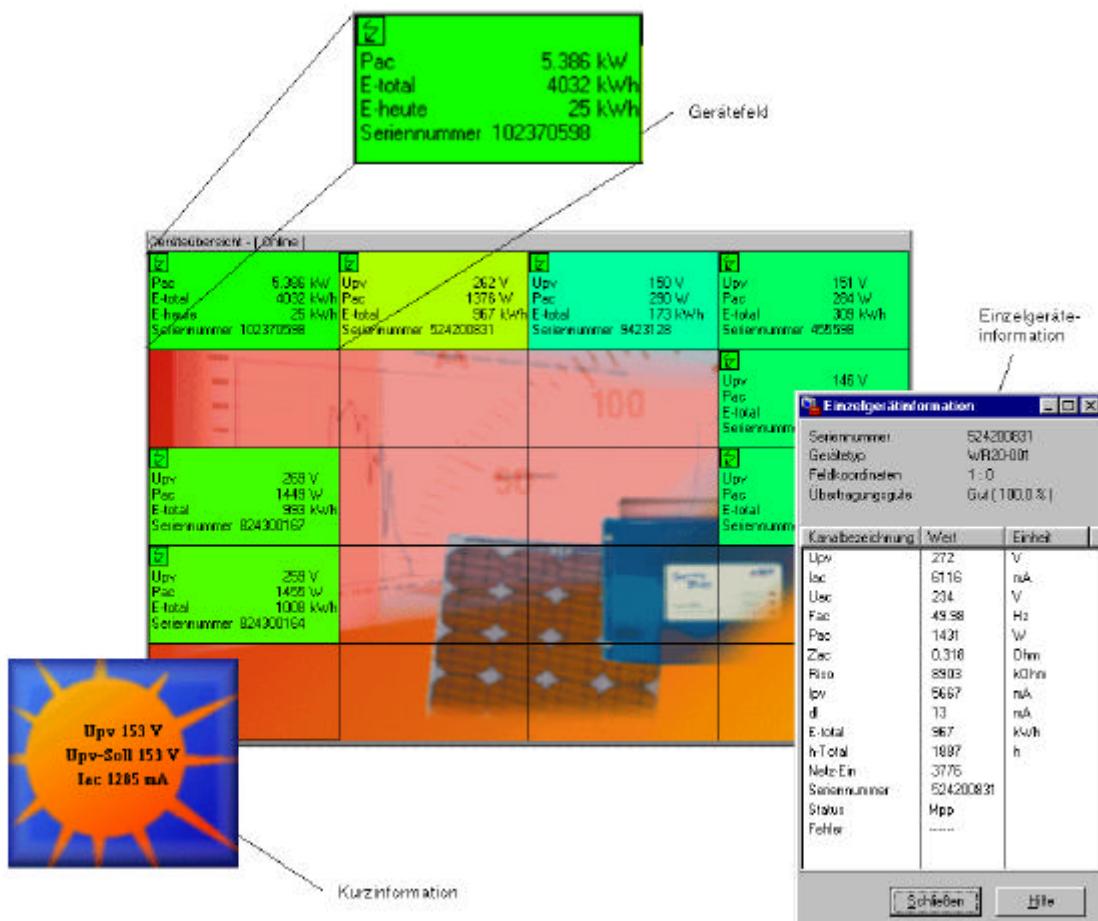


Abbildung 6.9: Grafische Bedienoberfläche *Sunny Data Control*

6.5 Messkanäle und Meldungen des *Sunny Boy*

Ist Ihr *Sunny Boy* mit einer Kommunikationsmöglichkeit ausgestattet (siehe Kapitel 2.2), so können zur Diagnose zahlreiche Messkanäle und Meldungen an die Ausgabeeinheit übermittelt werden.

Dabei gelten die folgenden Abkürzungen

BFR	Betriebsführungsrechner
SRR	Stromregelungsrechner

Messkanäle

Upv-Ist	PV-Eingangsspannung
Upv-Soll	PV-Sollspannung des internen Upv-Reglers
Iac-Ist	Netzstrom
Uac	Netzspannung
Fac	Netzfrequenz
Pac	abgegebene Netzleistung
Zac	Netzimpedanz
Riso	Isolationswiderstand
Ipv	Strom aus dem PV-Generator
E-Total	Gesamtsumme der eingespeisten Energie
h-Total	Gesamtsumme der Betriebsstunden im Einspeisebetrieb
Netz-Ein	Gesamtsumme der Netzzuschaltungen
Seriенnummer	Seriенnummer des <i>Sunny Boy</i>
Status	Anzeige des aktuellen Betriebszustandes
Fehler	Anzeige der Fehlerart im Status „Störung“

Statusmeldungen

Stop	manuelle Unterbrechung des Betriebes
Offset	Offsetabgleich der Messelektronik
Warten	Die Zuschaltbedingungen sind (noch) nicht erfüllt
Netzueb.	Prüfung des Netzzustandes (Messung der Netzimpedanz)
Zuschalt	Messelektronik wird auf das Netz geschaltet
MPP-Such	Die PV-Soll Spannung wird ermittelt und eingestellt
MPP	Der <i>Sunny Boy</i> wird im Punkt max. Leistung gefahren
U-Konst.	Konstantspannungs-Betrieb
Stoer.	Störung

Fehlermeldungen

F-Bfr-Srr	Kommunikation zwischen beiden Rechnern gestört
F-EEPROM	EEPROM kann nicht gelesen bzw. beschrieben werden
F-Fac-Bfr	BFR- Netzfrequenzmessung, Wert außerhalb Toleranz
F-Fac-Srr	SRR-Netzfrequenzmessung, Wert außerhalb Toleranz
F-dZac-Bfr	BFR- Netzimpedanzsprung, Wert außerhalb Toleranz
F-dZac-Srr	SRR-Netzimpedanzsprung, Wert außerhalb Toleranz
F-Imax	Geräteinterner Überstrom
F-NUW-UAC	Messdifferenz zwischen BFR und SRR bei der Netzspannung
F-NUW-FAC	Messdifferenz zwischen BFR und SRR bei der Netzfrequenz
F-NUW-Mess	Messdifferenz von BFR und SRR bei dl, Fac, Uac oder Zac
F-K1-Schließ	Fehler beim Relaistest
F-K1-Trenn	Fehler beim Relaistest
F-NUW-ZAC	Messdifferenz zwischen BFR und SRR bei der Netzimpedanz
F-Offset	Offsetabgleich für Netzspannungsmessung fehlgeschlagen
F-Rechner	Fehler im Betrieb einer der beiden Mikrocontroller
F-Riso	Isolationswiderstand, Wert außerhalb Toleranz
F-Uac-Bfr	BFR- Netzspannungsmessung, Wert außerhalb Toleranz
F-Uac-Srr	SRR-Netzspannungsmessung, Wert außerhalb Toleranz
F-UpvMax	PV-Eingangsspannung über dem zul. Maximalwert
F-Zac-Bfr	BFR- Netzimpedanzmessung, Wert außerhalb Toleranz
F-Zac-Srr	SRR-Netzimpedanzmesung, Wert außerhalb Toleranz
F-Watchdog	Fehlermeldung der Programmcode-Ablaufüberwachung

6.6 Präzision der Messwerterfassung

Jede Messwerterfassung ist mehr oder weniger fehlerbehaftet. Die vom *Sunny Boy* erfassten Messgrößen werden zu seiner Betriebsführung und der Regelung des einzuspeisenden Stromes benötigt. Die Reproduzierbarkeit der Messwerte des *Sunny Boy* ist auf diese Anforderungen abgestimmt. Hier lässt sich ein maximaler Fehler der Messwerterfassung bei einer Umgebungstemperatur ϑ_U von 25°C angeben. Bei anderen Umgebungstemperaturen muss ein *Temperaturkoeffizienten-Fehler* berücksichtigt werden.

Physikalische Größe	Zeichen [Einheit]	Messbereich	Auflösung		maximaler Fehler $\vartheta_U=+25^\circ\text{C}$
			Anzeige	Messung	
Eingangsspannung	U_{PV} [V]	0...320 V	1 V	0,55 V	±2 %
Eingangsstrom	I_{PV} [mA]	0...10000 mA	1 mA	10 mA	±4 %
Netzspannung	U_{AC} [V]	190...300 V	1 V	0,3 V	±1 %
Netzstrom	I_{AC} [mA]	0...6000 mA	1 mA	12 mA	±2 %
Netzfrequenz	f_{AC} [Hz]	45...55 Hz	0,01 Hz	0,01 Hz	±0,1 %
Einspeiseleistung	P_{AC} [W]	0...1800 W	1 W	1 W	±3 %
Einspeiseenergie	E [kWh]	0...4,29*10 ⁹ Wmin	1 Wmin	10 Wmin	±3 %
Betriebsstunden	h [h]	0...4,29*10 ⁹ s	1 s	0,67 µs	±0,1 %

Tabelle 6.2: Daten der Messwerterfassung des *Sunny Boy*

7 Störungsbehebung

Im Rahmen unseres ständig wachsenden Qualitätssicherungssystems sind wir bestrebt, sämtliche Fehler auszuschließen.

Sie haben ein Produkt erworben, welches unser Haus in einem einwandfreien Zustand verlassen hat. Umfangreiche Tests zur Prüfung des Betriebsverhaltens und der Schutzeinrichtungen sowie ein Dauertest wurden bei jedem einzelnen Gerät mit Erfolg durchgeführt.

Sollte Ihre PV-Anlage trotzdem nicht ordnungsgemäß arbeiten, ist zur schnellen Fehlerbehebung die folgende Vorgehensweise sinnvoll.

Zuerst sollten der Solargenerator- sowie Netzanschluss auf einwandfreie Verbindung zum *Sunny Boy* geprüft werden. Dabei müssen die im Kapitel 3 angegebenen Sicherheitshinweise vollständig beachtet werden.

- Sehen Sie sich bitte den Blinkcode, den der *Sunny Boy* über die im Gehäusedeckel integrierte LED-Anzeige sendet, genau an und ordnen Sie ihn bitte nach den in Kapitel 5 aufgeführten Blinkcode-Nummern ein. Beachten Sie bitte die dort jeweils angegebenen Hinweise zur Fehlerbehebung und nehmen Sie gegebenenfalls mit dem Anlageninstallateur Kontakt auf.
- Verfügen Sie über eine der in Kapitel 6 aufgeführten Kommunikationsmöglichkeiten, lesen Sie bitte zusätzlich die im Feld „Status“ und „Fehler“ angezeigten Meldungen ab.
- Sollte sich mit Hilfe dieser Maßnahmen keine Fehlerbehebung herbeiführen lassen, verständigen Sie bitte unseren *Sunny Boy* Service. Die Kontaktadresse ist im Anhang angegeben.

Damit der *Sunny Boy* Service schnell und richtig reagieren kann, sind einige Angaben unbedingt erforderlich:

- **Angaben zum *Sunny Boy 2400***

- Seriennummer des Gerätes
- *Sunny Boy* Gerätetyp
- Kurze Fehlerbeschreibung
 - Blinkcode Nummer angeben (siehe Kapitel 5)
 - Bei Kommunikation: Art des angezeigten Status und Fehlers
 - Ist der Fehler reproduzierbar? Wenn ja, wie?
 - Tritt der Fehler sporadisch auf?
 - Ist das Fehlverhalten von Beginn der Installation an vorhanden?
- Welche Einstrahlungsverhältnisse lagen im Fehlerfall vor?

- **Angaben zum Solargenerator**

- Modultyp, Hersteller
- Anzahl der Module in Reihe
- Leistung
- Leerlaufspannung

Falls es nötig sein sollte den *Sunny Boy* zur Reparatur einzusenden, bitte die Originalverpackung benutzen.

8 Garantiebestimmungen und Haftung

Sollte Ihr Gerät einen Defekt oder eine Fehlfunktion während der Garantiezeit aufweisen, wenden Sie sich bitte an Ihren Fachhändler bzw. Installateur.

Garantie

Die Dauer der Gewährleistung beträgt **24 Monate** ab Kauf des Gerätes durch den Endverbraucher. Sie endet spätestens 30 Monate nach dem Auslieferdatum bei SMA und umfasst Mängel, die auf Material- und Verarbeitungsfehlern beruhen.

Die Gewährleistungsfrist für Nachbesserungen oder Ersatzlieferungen beträgt 12 Monate nach Lieferung. Sie läuft jedoch mindestens bis zum Ablauf der ursprünglichen Gewährleistungsfrist für den Lieferegegenstand.

Nachweis

Garantieleistungen werden von SMA nur erbracht, wenn das beanstandete Gerät zusammen mit einer Kopie der Rechnung, die der Händler dem Verbraucher ausgestellt hat, an SMA zurückgeschickt wird. Das Typenschild am Gerät muss vollständig lesbar sein. Im Falle der Nichterfüllung behält sich SMA das Recht vor, Garantieleistungen abzulehnen.

Bedingungen

Das Gerät wird nach Wahl von SMA ohne Berechnung von Material- oder Arbeitsstunden im Werk nachgebessert oder ein Ersatz- bzw. Austauschgerät geliefert.

Das beanstandete Gerät ist in der Originalverpackung oder einer mindestens gleichwertigen Transportverpackung kostenfrei an SMA zurückzusenden. Im Garantiefalle werden die Transportkosten von SMA übernommen.

Zur Mängelbeseitigung hat der Kunde SMA die erforderliche Zeit und Gelegenheit zu gewähren.

Haftungsausschluss

Ausgeschlossen sind Gewährleistungsansprüche und eine Haftung für mittelbare oder unmittelbare Schäden, die auf Grund

- von Transportschäden,
- fehlerhafter Installation oder Inbetriebnahme,
- vorgenommener Eingriffe, Änderungen oder Reparaturversuche,
- falscher Verwendung oder unsachgemäßem Betrieb,
- unzureichender Belüftung des Gerätes,
- Nichtbeachtung der einschlägigen Sicherheitsvorschriften (VDE u.a.) oder
- höherer Gewalt (Blitzschlag, Überspannung, Unwetter, Feuer)

entstehen.



Wir können keine Funktionsgarantie für die Datenübertragung über die Netzleitung (Power-Line-Modem) übernehmen, wenn diese in Netzen mit hohen Oberschwingsbelastungen bzw. leitungsgebundenen Hochfrequenzstörungen betrieben werden, wie sie z.B. in Industrienetzen oder in der Nähe von nicht vorschriftsgemäßen Verbrauchern (nicht entstörte Motoren, Schaltnetzteile, Stromrichter etc.) vorkommen. Darüber hinaus kann der gleichzeitige Betrieb von Babyphonen zu kurzfristigen Störungen bzw. Unterbrechungen der Datenübertragung über die Netzleitung führen. Alternativ können wir hier als Option die Kommunikation über ein gesondertes Datenkabel (RS232 oder RS485) anbieten (siehe Kapitel 6).

Für völlige Fehlerfreiheit von Software wird nicht gehaftet. Bei Mängeln gilt auch die Anweisung zur Umgehung der Auswirkungen des Mangels als ausreichende Nachbesserung. Für die richtige Auswahl, ordnungsgemäße Verwendung, Überwachung und die Folgen der Benutzung von Software ist allein der Kunde verantwortlich.

Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen, die der Weiterentwicklung des Gerätes dienen, vorzunehmen.

Weitergehende oder andere Ansprüche für mittelbare oder unmittelbare Schäden, insbesondere Schadensersatzansprüche einschließlich aus positiver Vertragsverletzung, sind ausgeschlossen, sofern dies nicht zwingend gesetzlich vorgeschrieben ist.

9 Technische Daten

Eingangsgrößen (Solargenerator)



In Abhängigkeit der jeweils eingesetzten PV-Module ist eine Überprüfung der Einhaltung des Eingangsspannungsbereichs im angegebenen Temperaturbereich notwendig. Die Leerlaufspannung des angeschlossenen Strings darf bei -10 °C den jeweiligen Eingangsspannungsbereich nicht überschreiten ($U_{O \text{ -10 } ^\circ C} < \text{max. Eingangsspannungsbereich}$). Die MPP-Spannung des angeschlossenen Strings darf bei +70 °C den jeweiligen Eingangsspannungsbereich nicht unterschreiten ($U_{MPP \text{ +70 } ^\circ C} > \text{min. Eingangsspannungsbereich}$).



Der Wechselrichter erleidet keinen Schaden, wenn ein angeschlossener Solargenerator einen höheren als den maximal nutzbaren Eingangsstrom anbietet, vorausgesetzt die Eingangsspannung befindet sich in dem zulässigen Eingangsspannungsbereich.

Eingangsspannungsbereich: 150 V bis 300 V

Eingangsnennstrom: ca. 6,0 A bis 12,0 A

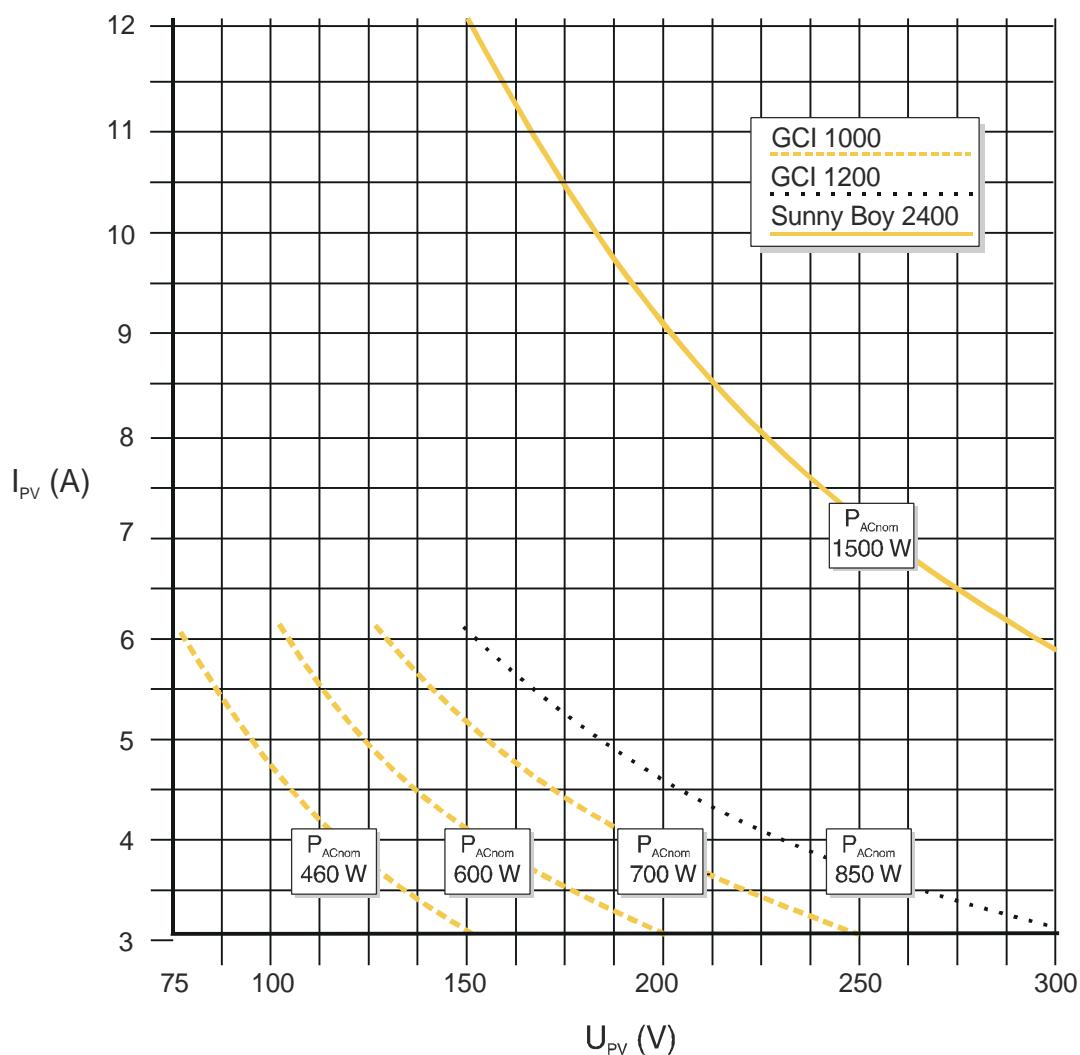


Abbildung 9.1: Eingangsstrom in Abhängigkeit der Eingangsspannung des *Sunny Boy*

Allpolige Trenneinrichtung auf der DC-Eingangsseite:	ja
Thermisch überwachte Varistoren auf der DC-Eingangsseite:	ja
Spannungsrippel: U_{ss}	< 10 %
Erdschlussüberwachung:	Ja
Verpolungsschutz:	ja, durch Kurzschlussdiode

Ausgangsgrößen (Netzanschluss)

Ausgangsnennleistung:	P_{ACnom}	1500 W
Klirrfaktor des Ausgangsstroms: (at $K_{U\text{Netz}} < 2 \%$, $P_{AC} > 0,5 P_{ACnom}$)	K_{IAC}	< 4 %
Kurzschlussfestigkeit:		netzseitig durch Stromregelung
Arbeitsbereich, Netzspannung:	U_{AC}	196 - 253 V AC
Arbeitsbereich, Netzfrequenz:	f_{AC}	49,8 - 50,2 Hz
Phasenverschiebungswinkel: (bezogen auf die Grundwelle des Stromes)	φ	0°
Prüfspannung:		1,2 kV

Wirkungsgrad

Max. Wirkungsgrad:	η_{max}	$\geq 93 \%$
Euro Eta	η_{EURO}	$\geq 91,3 \%$

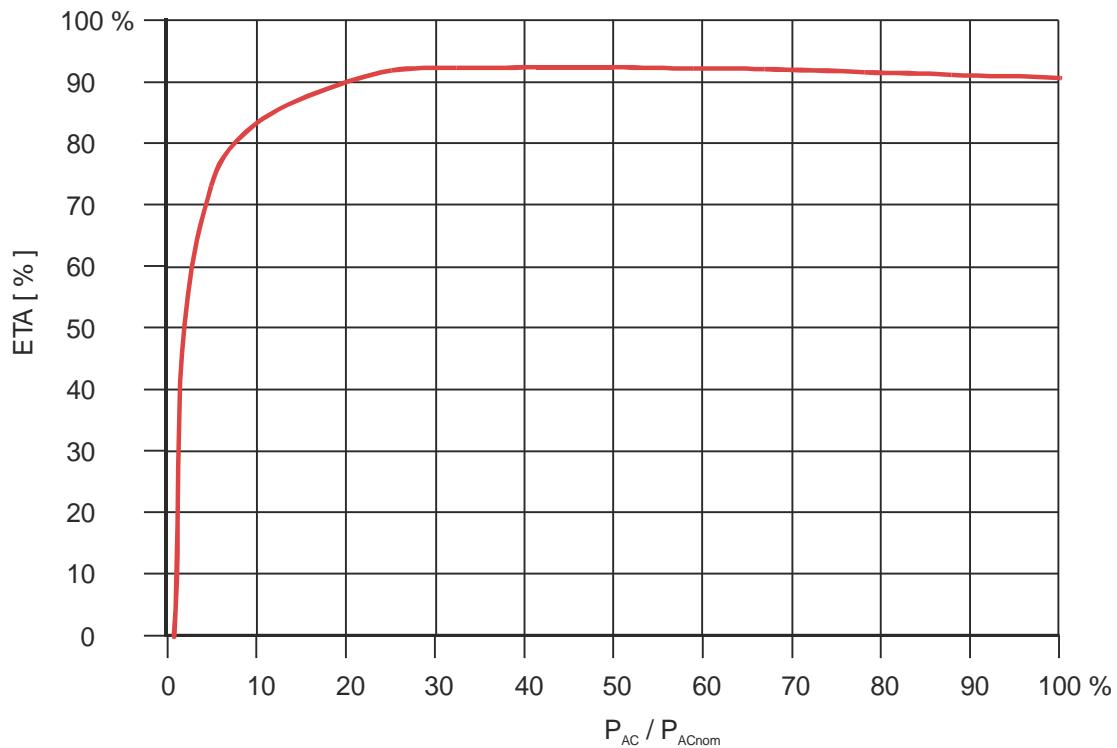


Abbildung 9.2: Wirkungsgradkurve *Sunny Boy*

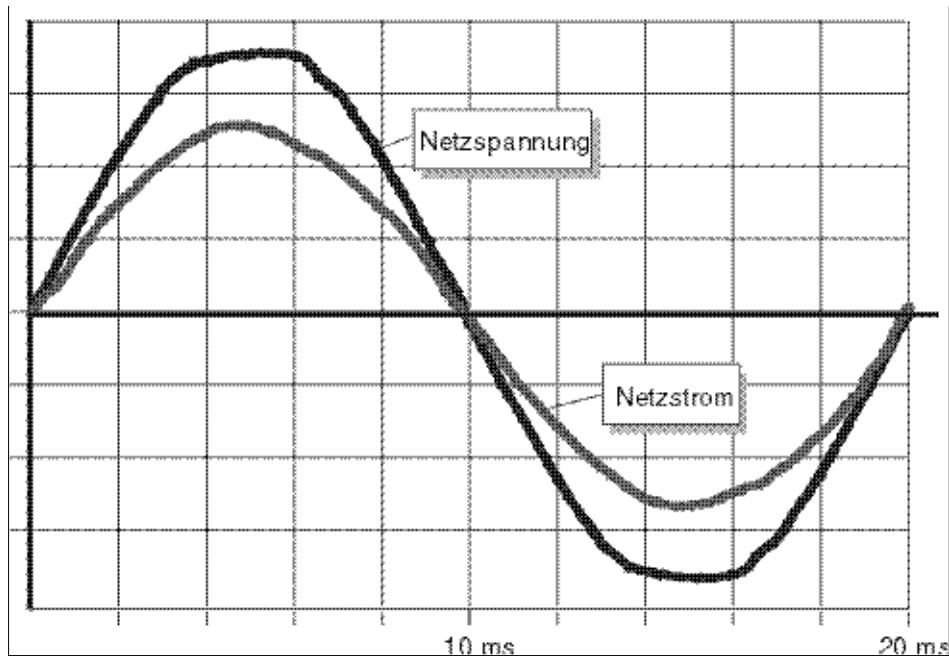


Abbildung 9.3: Strom- und Spannungsform des *Sunny Boy*

Leistungsaufnahme

Eigenverbrauch bei Betrieb: ca. 4 W

Eigenverbrauch in Nachtbetrieb: 0,1 W

Zertifizierung

EMV: DIN EN 50081, Teil 1
(EN 55014, EN 60555 Teil 2, EN 55011 Gruppe1,
Klasse B)
DIN EN 50082, Teil 1

Netzrückwirkung: DIN EN 60555

Netzüberwachung: selbsttätige Freischaltstelle (ENS) nach VDEW
E DIN VDE 0126 (10.97)

Niederspannungsrichtlinie: DIN EN 50178 (4.98) (VDE 0160)
DIN EN 60146 Teil 1-1 (3.94) (VDE 0558 Teil11)

Schutzart

Schutzart nach DIN 40050/IEC 529: IP65

Mechanische Größen

Maße *Sunny Boy 2400* (B x H x T): ca. 322 x 290 x 180 mm

Gewicht *Sunny Boy 2400*: ca. 23,5 kg

Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperaturbereich (zulässig): -25°C bis +60°C

Luftfeuchte, rel. (zulässig): 0 ... 100 %, Klasse 3K6

Parameterliste **Sunny Boy 2400**

Alle Parameter werden *Sunny Data* oder *Sunny Boy Control* beim Konfigurieren des *Sunny Boy 2400* jeweils mitgeteilt. Nachfolgende Tabelle zeigt die Parameterliste.

Nr.	Name	Einheit	Wertebereich		Werkseinstellung	Änderung durch ...
			von...	bis...		
1	SMA-SN					fest
2	Upv-Start*	V	150.0	300.0	180.0	Installateur
3	T-Start	s	5.0	300.0	10.0	Installateur
4	Upv-Stop*	V	145.0	300.0	145.0	Installateur
5	T-Stop	s	1.0	300.0	2.0	Installateur
6	Usoll-Konst	V	125.0	330.0	330.0	Installateur
23	I-NiTest	mA	0	10000	7000	Installateur
28	Uac-Min	V	180	300	198	Installateur
29	Uac-Max	V	180	300	251	Installateur
30	Fac-Min	Hz	45,5	52	49,81	Installateur
31	Fac-Max	Hz	48,0	54,5	50,19	Installateur
32	d Fac-Max	Hz/s	0,005	4	0,25	Installateur
33	Zac-Max	mOhm	0	20000	1700	Installateur
43	dZac	mOhm	0	2000	350	Installateur
44	Hardware-BFS	Version				fest
45	Software-BFR	Version				fest
49	Software-SRR	Version				fest
68	Ue-Trafo				0.387	SMA
69	Betriebsart				Mpp-Betrieb	Installateur
70	Speicherfunkt.				keine	Installateur

Tabelle 9.1: Parameterliste des *Sunny Boy 2400*

Technische Änderungen, die der Weiterentwicklung des Gerätes dienen, bleiben vorbehalten.

10 Anlagen

Anlage 1: Zertifikate zum *Sunny Boy 2400*

- SMA-Konformitätserklärung
- Unbedenklichkeitsbescheinigung zur Niederspannungsrichtlinie
- Unbedenklichkeitsbescheinigung zur DIN EN 60950



SMA Regelsysteme GmbH · Hannoversche Straße 1–5 · D-34266 Niestetal

SMA Regelsysteme GmbH
Hannoversche Straße 1–5
D-34266 Niestetal
Telefon (05 61) 95 22-0
Telefax (05 61) 95 22 100

Ihr Zeichen

Unser Zeichen
/

Bearbeiter

Telefon-Durchwahl
(05 61) 95 22-

Datum
23.07.99

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG für den Photovoltaik Wechselrichter Sunny Boy 2400,

Hiermit erklären wir, daß der Photovoltaik Wechselrichter Sunny Boy 2400 den für den Netzparallelbetrieb geltenden VDE Vorschriften, insbesondere der „Richtlinie für den Parallelbetrieb von Photovoltaik-Eigenenerzeugungsanlagen mit dem Niederspannungsnetz“ der VDEW, entspricht. Der Sunny Boy 2400 erfüllt auch die neuesten Bedingungen bezüglich der redundanten Netzüberwachung mit zugeordneten Schaltorganen (ENS), wie sie vom Fachausschuß Elektrotechnik der Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften unter Federführung der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik festgelegt und am 07.06.1994 zusammen mit der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) herausgegeben wurden.

Der Sunny Boy 2400 erfüllt die entsprechenden Richtlinien der Europäischen Union, insbesondere die EMV-Richtlinie gemäß 89/336/EWG und die Niederspannungsrichtlinie gemäß 73/23/EWG. Der Wechselrichter wird daher mit einem CE-Zeichen ausgestattet.

Darüber hinaus werden erfüllt die

DIN EN 50081, Teil 1,

darin die EN 60555 Teil 2, EN 55014, EN 55011 Gruppe 1,
Klasse B

DIN EN 50082, Teil 1

DIN EN 50178.(04.98) (VDE 0160)

DIN EN 60146-Teil 1-1 (03.94) (VDE 0558-Teil 11)

E DIN VDE 0126 (10.97).

SMA Regelsysteme GmbH

i.V. F. Greizer

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Günther Cramer
Dipl.-Ing. Peter Drews
Dipl.-Ing. Reiner Wettkaufer

Amtsgericht Kassel
HRB 3972
UST ID: DE 113 085 954

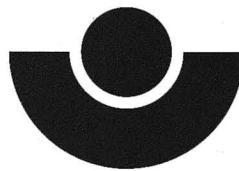
Commerzbank Kassel
(BLZ 520 400 21)
Kto 264 201 500
SWIFT: COBA DE FF520

Deutsche Bank Kassel
(BLZ 520 700 12)
Kto 041 8004

Kasseler Sparkasse
(BLZ 520 503 53)
Kto 132 994

Landeskreditkasse Kassel
(BLZ 520 500 00)
Kto 40 622 04 005

Fachausschuß Elektrotechnik
der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale
für Sicherheit und Gesundheit – BGZ
des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften



BG

Federführung:
Berufsgenossenschaft
der Feinmechanik
und Elektrotechnik

Fachausschuß Elektrotechnik, Postfach 51 05 80, 50941 Köln

SMA Regelsysteme GmbH
Hannoversche Straße 1-5

34266 Niestetal

Ihre Zeichen/Nachricht vom:

Unser Zeichen (Bitte stets angeben)

Bearbeiter

|(02 21) 37 78-

357

Datum

UB .010 .17

Pl - Ow

17.11.1999

Unbedenklichkeitsbescheinigung

Erzeugnis: String-Wechselrichter

Typ: Sunny Boy 2400

Bestimmungsgemäße Verwendung: Parallelbetrieb von Photovoltaikanlagen am EVU-Niederspannungsnetz

Prüfgrundlagen:

DIN EN 50178 (04.98)
(VDE 0160) „Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln“

DIN VDE 0558 Teil 1
(07.87) „Halbleiter-Stromrichter; Allgemeine und besondere Bestimmungen für netzgeführte Stromrichter“

E DIN VDE 0126
(10.97) "Selbsttätige Freischaltstelle für Photovoltaikanlagen einer Nennleistung \leq 4 kVA mit einphasiger Paralleleinspeisung über Wechselrichter in das Netz der öffentlichen Versorgung"

Die elektrische Sicherheit o. g. Erzeugnisse entspricht den zum Zeitpunkt der Ausstellung dieser Bescheinigung geltenden Bestimmungen.

Die Unbedenklichkeitsbescheinigung gilt befristet bis

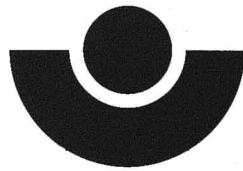
31.12.2001

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J.U. Peuker".

- Peuker -
Leiter der Prüf- und
Zertifizierungsstelle

Fachausschuß Elektrotechnik
der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale
für Sicherheit und Gesundheit – BGZ
des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften

Fachausschuß Elektrotechnik, Postfach 51 05 80, 50941 Köln



BG

Federführung:
Berufsgenossenschaft
der Feinmechanik
und Elektrotechnik

SMA Regelsysteme GmbH
Hannoversche Straße 1-5

34266 Niestetal

Ihre Zeichen/Nachricht vom

Unser Zeichen (Bitte stets angeben)

UB.010.17(FA)

Bearbeiter

Bie-san

Telefon (02 21) 37 78-

Datum 02.12.1999

Clean Report of Findings

Product: String Inverter

Type: Sunny Boy 2400

Defined application: Supplemental grid feeding by photovoltaic plants to the low voltage electricity supply grid with integrated data acquisition and preparation equipment

Basis of Certification:

DIN EN 60950 Δ IEC 60950 „Sicherheit von Einrichtungen der Informationstechnik“
(1997-11) (i.e.: Safety of information technology equipment)

The electrical safety of the above mentioned products fully complies with the regulations valid during the issuing of this report.

This provisional clean report of findings is valid until the completion of the detailed report, anyway until latest

December 31st 2002


- Peuker -

Leiter der Prüf- und Zertifizierungsstelle

Anlage 4: Informationen zu SMA

Weitere SMA-Literatur zu den Produkten aus der *Sunny Boy*-Familie²

- Bedienungsanleitung zum PC-Programm *Sunny Data*
- Bedienungsanleitung zum PC-Programm *Sunny Data Control*
- Bedienungsanleitung zur Überwachungseinheit *Sunny Boy Control*
- Technische Beschreibung „Die verbesserten Möglichkeiten zur Netzleitungskommunikation der *Sunny Boy* Familie“
- Technische Beschreibung SWR-COM
- *Sunny Boy* INFO (period. Erscheinen mit aktuellen Themen rund um den *Sunny Boy*)
- SMA CD (Produkte, technische Dokumentation, Treiber)

Sunny Boy im Internet: <http://www.sma.de>

Unsere Internet-Seite erreichen Sie unter <http://www.sma.de>.

Auf unserer Seite finden Sie:

- Neueste Informationen zum *Sunny Boy*.
- Die jeweils neueste Version von *Sunny Data* zum Herunterladen.
- Haben Sie allgemeine Fragen zu Ihrer PV-Anlage oder benötigen Sie technische Hilfestellung? Hinterlassen Sie eine Mitteilung - dies bietet sich besonders dann an, wenn Sie aufgezeichnete Daten Ihrer PV-Anlage in Dateien dem *Sunny Boy* Service übermitteln wollen.

² Diese Druckschriften können gegen einen Unkostenbeitrag bezogen werden, stehen aber auch teilweise kostenfrei im Internet zur Verfügung.

Alle, die mehr über SMA und unsere Produkte wissen möchten, sind herzlich gern eingeladen, uns auf unserer Internet-Homepage zu besuchen.

- Anschrift: SMA Regelsysteme GmbH
Hannoversche Straße 1 - 5
34266 Niestetal
DEUTSCHLAND
- Telefon: 0561/9522-0 (Zentrale)
0561/9522-499 (*Sunny Boy Service*)
- Telefax: 0561/9522-100 (Zentrale)
0561/52035-55 (*Sunny Boy Service*)
- eMail: info@sma.de
- Internet: <http://www.sma.de>

Anlage 5: Bohrschablone beiliegend