

Ing. für Elektrotechnik (Starkstrom)
Dipl.-HTL-Ing. für Gebäudeautomatisierung (Smart Home, OT)
Dipl. Ing.(FH) für Telekommunikationstechnik (CT)
Dipl. Ing. für Informationstechnologie (IT)

Konzessionär für Elektroinstallationen bzw. seit 1994 Elektrotechniker §210 GewO; GISA 175 567 12
Errichtung von Alarmanlagen §167 GewO 1973; GISA 175 558 14
Organisations- und Unternehmensberater §94 GewO 1994; GISA 177 619 56

A-5020 Salzburg Werkstättenstrasse 22
WWW.PV-Support.at
gerhard@hacker.at
+43 664 2349965

An PV Anlagen Besitzer
mit PV Speicher und Notstromfunktion

Salzburg, im August 2024
v1.0 GHa

Messbericht: Black Out Supporter 3k in Always ON Schaltung

Stirling Motoren ¹ gelten als optimale Stromquelle im Notfall und werden auch bereits industriell ² verbaut. Leider ist es nicht für jeden möglich, diesen Pellets Lösungsansatz zu verfolgen, und dann bleibt nur mehr das Diesel- bzw. Benzin Notstromaggregat für eine langfristige Notstromversorgung übrig.

Motivation:

Auch wenn wir den Black Out Supporter BOS 3k bereits mehrfach erfolgreich eingesetzt haben, wollen wir die dahinter liegende und bewährte 'Always ON Schaltung', noch einmal mit genauen Zahlen hinterlegen. Dazu haben wir in weiterer Folge folgende Betriebszustände exakt vermessen:

- 1. Leerlauf** – Bewertung der anfallenden Verlustleistung
- 2. Leistungen mittels Demo PV Anlage am String 1** – PV Generator mit 200V DC System Spannung
- 3. Thermisches Verhalten** – bei 3 kW Vollast

Die in weiterer Folge aufgelisteten Messergebnisse sollen eine Orientierungshilfe zur Bemessung einer eigenen Umsetzung einer langfristigen Notstromversorgung erleichtern.

Always ON Schaltung:

Hinter dem Begriff 'Always ON Schaltung' steht die dauerhafte Einkoppelung mittels Hochvolt Dioden (Solar DC Anti-Reverse Diode 1.600 V 55A ³) in den DC String des Wechselrichters anstelle von mechanischen Umschaltern.

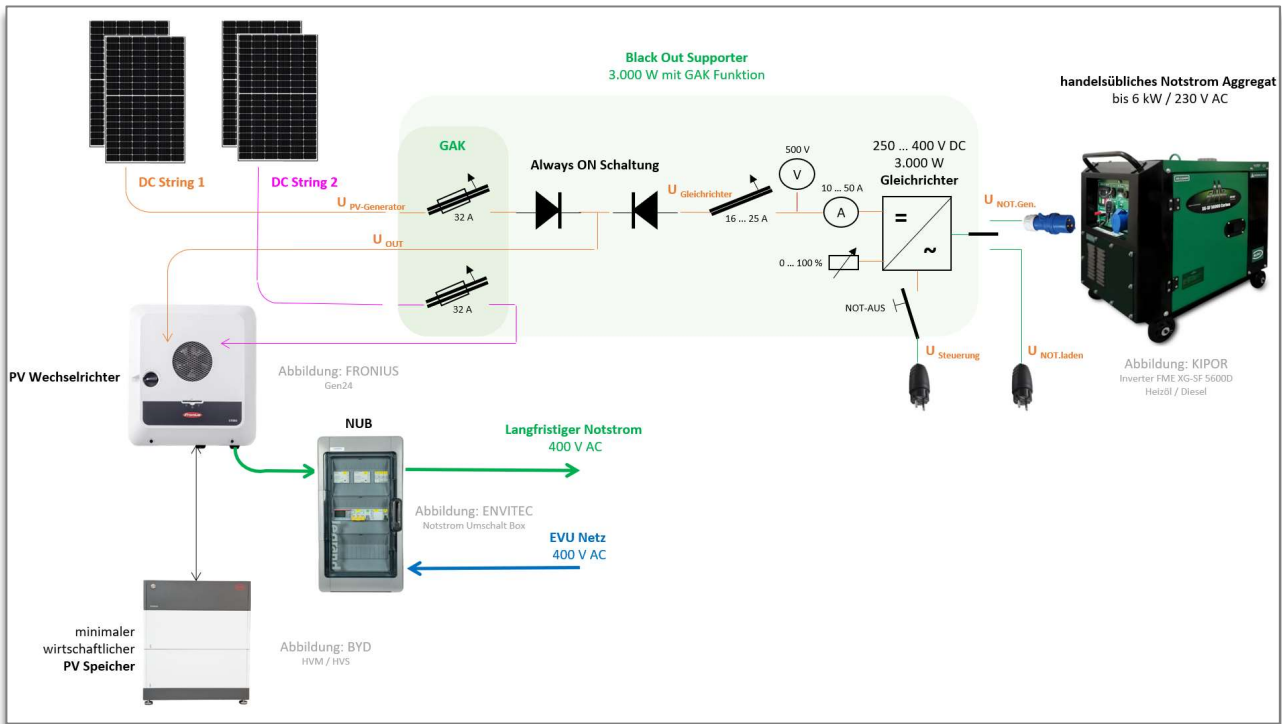
Das bietet gegenüber Umschaltern den großen Vorteil, dass der Wechselrichter durch seine interne Isolationsüberwachung dauerhaft das gesamte System überprüft. Es ist auch kein freier String Eingang am Wechselrichter erforderlich.

¹ Stirling Motor <https://de.wikipedia.org/wiki/Stirlingmotor>

² Pellets Heizung <https://www.oekofen.com/de-at/myenergy365/>

³ Solar DC Anti-Reverse Diode wie z.B. https://www.amazon.de/Sayhome-Anti-Reverse-Stecker-Combiner-Hochspannungsstromsystem/dp/B0BPNQ82XR/ref=sr_1_11



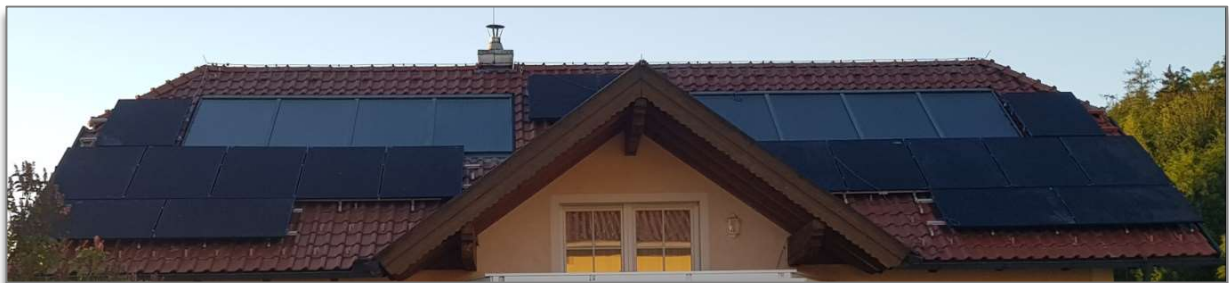


Always ON Schaltung, Beispielhaft mit String 1 gekoppelt

Durch die Always ON Schaltung kommen jetzt in der Wechselwirkung zwei Regelkreise zusammen. Der erste Regelkreis ist der MPPT⁴ Tracker des Wechselrichters. Der orientiert sich an der aktuellen, Sonnenstand abhängigen Spannung des PV-Modules. Der zweite Regekreis ist im Gleichrichter, der technisch gesprochen, eigentlich kein einfacher Gleichrichter sondern eine Konstant Spannungsquelle⁵ ist. Daher ist die Systemspannung des eigenen PV-Generators wichtig und in der Dimensionierung entsprechend zu berücksichtigen.

Demo PV Anlage

Auf Grund massiver Verschattungen besteht die Demo PV Anlage an Stelle von Einzel Modul Abschalte im String 1 aus zwei Mal 7 parallel geschalteten PV-Modulen mit 425 WP in den unteren 2 Reihen und im String 2 aus 4 in Serie geschalteten PV-Modulen mit 425 WP in der oberen Reihe. Damit ergibt sich Nachmittags bei trübem Wetter eine Systemspannung von 200 V DC am String 1 und 115 V DC am String 2.



Massive Verschattungen durch Erker mit Giebel

Gesehen auf den Wirkungsgrad, muss das Gesamtsystem ja den Diesel/Benzin Kraftstoff mit 60 – 70 % Verlusten vorerst in Wechselstrom umwandeln. Der Gleichrichter im BlackOut Suporter (BOS) wandelt dann den Wechselstrom in Gleichstrom um. Schlussendlich wird dann im PV Wechselrichter der Gleichstrom wieder zu 3-phasigen Wechselstrom umgewandelt.

⁴ MPPT https://de.wikipedia.org/wiki/Maximum_Power_Point_Tracking

⁵ Konstant Spannungsquelle <https://de.wikipedia.org/wiki/Spannungsquelle>

1. Leerlauf Verlust des Gleichrichters

Im BOS 3k wird ein Mean Well Gleichrichter (Konstant Spannungsquelle) für einen externen Einstellregler der Serie CSP-3000⁶ eingesetzt. Beim getesteten BOS 3k fand ein Gleichrichter der Type CSP-3000-400⁷ Verwendung.

Messung Gleichrichter :

Verlustleistung $P_v = U \cdot I = 237,9 \text{ V} \cdot 0,13 \text{ A} = 31 \text{ W}$
 $P_v = 31 \text{ W}$ Verlustleistung für den Gleichrichter ohne externe Lüfter.

Die Leerlaufspannung U_0 ist beim CSP-3000-400 zwischen 200 V DC ... 400 V DC individuell einstellbar. Unser Testgerät war auf einen OUTPUT von 385 V DC eingestellt.

$P_{\text{OUT max.}} = 3.000 \text{ W}$
 $P_v = 31 \text{ W}$

Leerlauf Wirkungsgrad $\eta = 1 - (\Delta E_{\text{Leerlauf}} / \Delta E_{\text{Max}}) = 1 - (31 / 3.000) = 99\%$

Im Datenblatt wird für die CSP-3000 Serie ein Betrieb Wirkungsgrad von 93% angegeben.

Bei einem Betrieb Wirkungsgrad von 93 % und einer Leistungsabgabe von 3.000 W berechnet sich die Verlustleistung als abgegebene Wärme mit $P_v = P_{\text{OUT}} \cdot (1 - \eta) = 3.000 \text{ W} \cdot (1 - 0,93) = 210 \text{ W}$.

Daher ist beim Einbau in ein Gehäuse, zwingend erforderlich wegen dem Schutzgrad von mindestens IP42 am Aufstellungsort wie Keller- oder Garagenräumen, unbedingt eine externe Zwangsbelüftung notwendig. Unser BOS 3k Testgerät verfügt über eine zweistufige Lüftungskaskade. D.h. im Leerlauf bei Raumtemperatur läuft kein Lüfter. Wird die Raumtemperatur überschritten, einstellbar über einen Thermostaten mit z.B. +5 °C, schaltet der erste Lüfter ein. Erreicht die Gehäuse Innentemperatur einen Wert von über 45 °C schaltet der zweite Lüfter dazu. Bei dem Erreichen von einer Gehäuse Innentemperatur von über 65 °C leuchtet die Warnleuchte 'Übertemperatur' auf. Bei BOS Geräten mit erweiterter Smart Home Anbindung kommt es dann zu einer automatischen Abschaltung.

Leistung $P_{\text{Lüfter}} = U \cdot I = 237,9 \text{ V} \cdot 0,14 \text{ A} = 33 \text{ W}$
 Verlustleistung: $31 \text{ W} \rightarrow 31 \text{ W} + 33 \text{ W} = 64 \text{ W} \rightarrow 31 \text{ W} + (2 \cdot 33 \text{ W}) = 97 \text{ W}$
 Leerlauf Wirkungsgrad $\eta = 1 - (\Delta E_{\text{Leerlauf}} / \Delta E_{\text{Max}}) = 1 - (97 / 3.000) = 97\%$

Wechselrichter

Über das FRONIUS Solar Web ist natürlich auch eine Bewertung des PV-Wechselrichters möglich. In unserer Demo PV-Anlage handelt es sich um einen Gen24 8,0. Die System Spannung ist eher konstant. Natürlich schwanken die Strom- und Leistungs- Werte je nach Sonnenstand stark und sind nur als momentan Werte zu sehen.

Anzeige der Systemwerte im FRONIUS Solar Web:

Ausgangsleistung AC	$P = 1,1 \text{ kW}$
Leistung String 1 DC	$P = 825,10 \text{ W}$
Leistung String 2 DC	$P = 232,10 \text{ W}$
Spannung String 1	$U = 202,93 \text{ V}$
Strom String 1	$I = 4,03 \text{ A}$

Wirkungsgrad $\eta = \Delta E_{\text{nutz}} / \Delta E_{\text{zu}} = (825,10 + 232,10) / 1.100 = 96\%$

⁶ CSP-3000 <https://www.meanwell-web.com/en-gb/meanwell-csp-3000/>

⁷ CSP-3000-400 <https://www.meanwell-web.com/en-gb/meanwell-csp-3000/csp-3000-400/ac-dc-single-output-enclosed-power-supply-with-pfc-csp-3000-400>

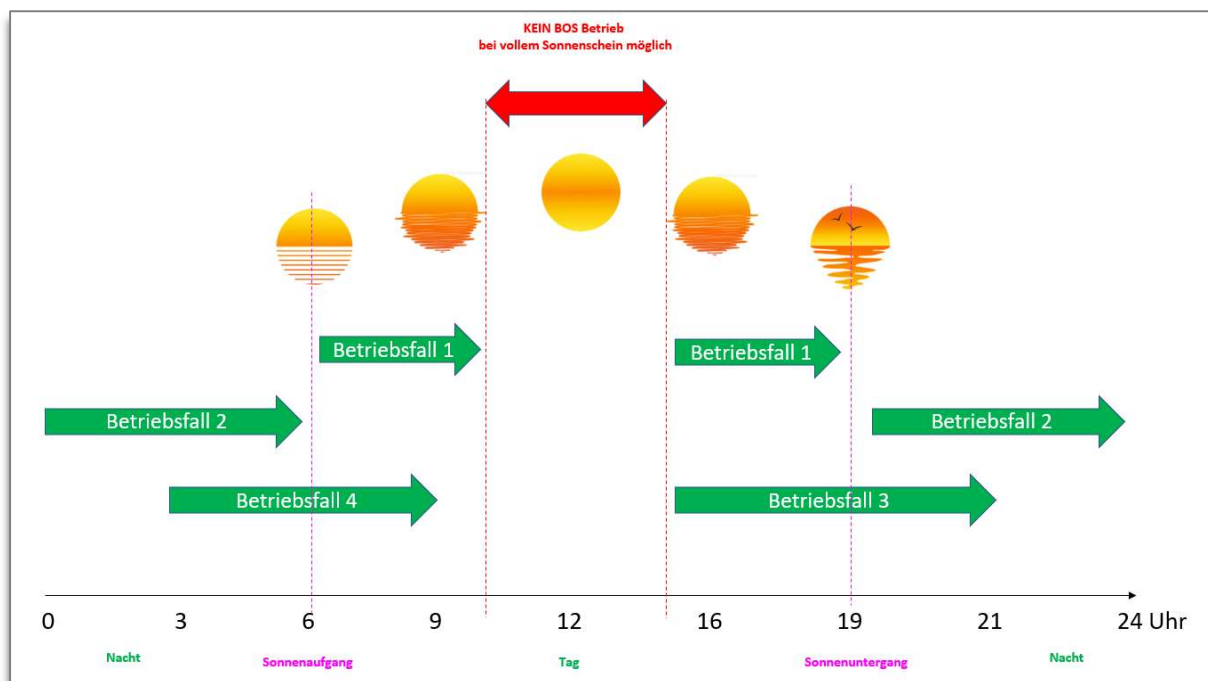
Vernünftiger Weise kommt der Black Out Supporter bei vollem Sonnenschein nicht zum Einsatz, da die Batterie in dieser Zeit sowieso vom PV-Generator geladen wird, sondern nur in Tagesrandzeiten bzw. in der Nacht, wenn die Batterie zusätzlich geladen werden muss/soll. Dennoch, ein Black Out bedeutet Notstand und Not heißt sparen. In unserem Fall Strom sparen um eine längere Batterieleistung zur Verfügung zu haben. Lt. Datenblatt kann der FRONIUS Gen24 8,0 am String 1 einen Strom von 25 A DC verarbeiten. Bei dem Sonnenstand der Messungen ist es daher problemlos möglich zusätzliche Energie zuzuführen. Daher kann die Messreihe mit Eispeisung durch einen BOS 3k in den Strings 1 fortgesetzt werden. Dabei sind die MPPT Einstellungen der Strings im FRONIUS Gen24 8,0 wie folgt:

1. Technican Log In am Gen24 erforderlich
 - Dashboard → Gerätekonfiguration → Wechselrichter
 - PV1
 - Modus: AUTO
 - Dynamic Peak Manager: EIN

Bei der folgenden Messung geht es darum, Unterschiede zwischen der PV-Generator Spannung (ca. 200 V DC) und der BOS 3k Spannung (ca. 400 V DC) herauszuarbeiten. Bei einer Implementierung wäre natürlich bei nur ca. 200 V DC PV-Generator Spannung ein Gleichrichter der Type CSP-3000-250⁸ mit einer OUTPUT Spannung von max. 250 V DC zu verwenden.

Betriebszustände für Einspeisung in DC String je nach Sonnenstand

Der Wechselrichter einer PV-Anlage wird üblicherweise auf die Nennleistung des PV-Generators ausgelegt. Daher ist bei vollem Sonnenschein keine zusätzliche Einspeisung möglich. Der Wechselrichter würde überlastet.



4 mögliche Betriebszustände, abhängig von Sonnenaufgang und Sonnenuntergang

Auf Grund der 'Always ON Schaltung' gibt es jetzt folgende 4 zulässige Betriebsfälle:

1. Betriebsfall Tagesrand (morgens nach Sonnenaufgang, abends vor Sonnenuntergang)
 - PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung ist AUS
 - PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung wird EIN geschaltet
 - PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung wird AUS geschaltet

⁸ CSP-3000-250 <https://www.meanwell-web.com/en-gb/meanwell-csp-3000/csp-3000-250/ac-dc-single-output-enclosed-power-supply-with-pfc-csp-3000-250>

2. Betriebsfall Nacht

- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung ist AUS
- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung wird EIN geschaltet
- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung wird AUS geschaltet

3. Betriebsfall Tagesrand (abends) und Sonnenuntergang, Nacht

- PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung ist AUS
- PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung wird EIN geschaltet
- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung bleibt EIN
- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung wird AUS geschaltet

4. Betriebsfall Nacht und Sonnenaufgang, Tagesrand (morgens)

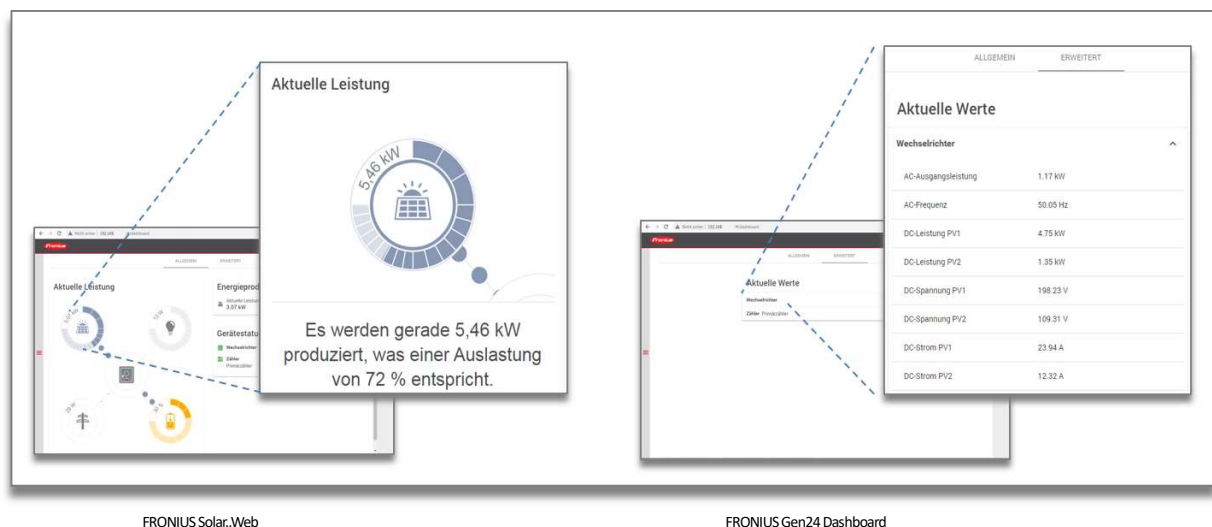
- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung ist AUS
- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung wird EIN geschaltet
- PV-Generator liefert wieder Spannung wegen Sonnenaufgang; BOS Stromversorgung bleibt EIN
- Intervention - BOS Stromversorgung wird AUS geschaltet; PV-Generator liefert wieder Strom
- Ist der PV-Speicher noch nicht ausreichend voll: BOS Stromversorgung wird wieder EIN geschaltet
- PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung wird AUS geschaltet

Der unzulässige Betriebsfälle wäre:

5. Einspeisung bei vollem Sonnenschein

- Eine Überlastung des Wechselrichters wäre die Folge

Resümee: Da es nur einen kritischen Betriebszustand gibt (5 - voller Sonnenschein) sollte ein vernunftbegabter Mensch den Betrieb beherrschen können, denn bei bereits stattfindenden Ladung des Batteriespeichers sollte man nicht auf die Idee kommen zusätzlich den Not.Gen. anzuwerfen.



Eine etwas zeitverzögerte Schnellschätzung des Auslastungsgrades bekommt man im FRONIUS Solar.Web mit Klick auf den PV-Generator. Exakte Werte in Echtzeit liefert z.B. das FRONIUS Gen24 Dashboard auch ohne Pwd. Log.In..

Je nach Dimensionierung der Anlage kann es aber zu Interventionen beim Übergang Nacht mit Sonnenaufgang (Betriebsfall 4) und Leistungsabgabe des PV-Generators kommen.

2. Gleichrichter Einspeisung in den String 1 – System Spannung des PV-Generators ist 200 V DC

Damit ergeben sich folgende Messwerte für den Betriebszustand 1 – Tagesrand (morgens/abends):

- PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung ist AUS

Anzeige der Systemwerte im FRONIUS Gen24 Dashboard:

Spannung String 1	200,78 V DC
Strom String 1	6,07 A DC
Produzierte PV Leistung String 1	1,22 kW DC

- PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung wird EIN geschalten

Einstellung: Gleichrichter externer Regler auf MIN ... MAX (0 ... 2,5 ... 5,0 ... 7,5 ... 10 V DC)

	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Messwerte am Gleichrichter AC Seite:					
Spannung IN	234,1	234,1	234,1	234,1	234,1 V AC
Strom IN	1,15	2,48	4,6	6,5	8,4 A AC
Leistung IN (Leerlaufverlust + OUT)	269	581	1.077	1.520	1.967 W AC
Messwerte am Gleichrichter DC Seite					
Spannung OUT	203,7	210,0	210,0	211,3	212,0 V DC
Strom OUT	0,8	2,2	4,5	6,5	8,5 A DC
Leistung OUT	163	462	945	1.373	1.802 W DC
Verluste	105	119	132	147	165 W AC
Anzeige der Systemwerte im FRONIUS Gen24 Dashboard:					
Spannung String 1	203,52	208,54	208,53	210,54	210,54 V DC
Strom String 1	6,79	8,09	10,35	12,57	14,53 A DC
Leistung OUT	1.380	1.690	2.160	2.640	3.060 W DC
PV Leistung	1.217	1.228	1.215	1.919	1.258 W DC

Resümee: Der Gleichrichter passt sich auf die Spannung des PV-Generators an. Anstatt der max. OUTPUT Leistung von 3.000 W des Gleichrichter werden auf Grund der PV-Generator Spannung von 200 V DC nur 163 ... 1.802 W eingespeist. Mit einem Wirkungsgrad $\eta = 163 \dots 1.802 / 269 \dots 1.967 = 60 \dots 92 \%$ dennoch ein sinnvoller Betriebszustand. Da der PV-Generator auch in der Tagesrandzeit noch eine Leistung von 1.217 ... 1.258 W produziert, wäre ein abschalten des String am GAK, um die Maximalleistung der Gleichrichter zu nutzen, ungünstig. Dem Nutzer des Black Out Supporter muss aber bewusst sein, dass in den Tagesrandzeiten nicht die volle Leistung des Gleichrichters mit 3.000 W zur Verfügung steht, sondern nur eine Teilleistung abhängig von der aktuellen System Spannung des PV Generators, in unserem Testfall 200 V DC . Dem kann man natürlich entgegenwirken, denn der Hersteller Mean Well liefert in der CSP-3000 Serie Gleichrichter mit 90 ... 120 V DC bzw. 125 ... 250 V DC und, auch wie in unserem Testfall eingesetzt, einen Gleichrichter mit 200 ... 400 V DC. Dadurch kann individuell zu den persönlichen Parametern der eigenen PV-Anlage die beste Lösung gefunden werden. Natürlich endet die internationale Lieferkette nicht beim Hersteller Mean Well.

Beispiele: 500 – 1.500 W⁹; 1.500 – 9.000 W¹⁰; 3.000 W¹¹; 3.000 - 4000 W¹²; 6.000 – 8.000 W¹³;

⁹ 500 – 1.500 W <https://de.aliexpress.com/item/1005006724662036.html>
¹⁰ 1.500 – 9.000 W <https://de.aliexpress.com/item/1005003761297795.html>
¹¹ 3.000 W <https://de.aliexpress.com/item/1005006060958424.html>
¹² 3.000 – 4.000 W <https://de.aliexpress.com/item/1005003331412532.html>
¹³ 6.000 – 8.000 W <https://de.aliexpress.com/item/1005003186957061.html>



Die zweite Messreihe beschäftigt sich mit dem Betriebszustand 2 – Nacht:

- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung ist AUS

Anzeige der Systemwerte im FRONIUS Gen24 Dashboard:

Spannung String 1	0 V DC
Strom String 1	0 A DC
Produzierte PV Leistung String 1	0 kW DC

- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung ist AUS
- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung wird EIN geschaltet

Einstellung: Gleichrichter externer Regler auf MIN ... MAX (0 ... 2,5 ... 5,0 ... 7,5 ... 10 V DC)

	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Messwerte am Gleichrichter AC Seite:					
Spannung IN	238,3	238,3	238,3	238,3	238,3 V AC
Strom IN	1,59	3,80	7,47	11,4	15,6 A AC
Leistung IN (Leerlaufverlust + OUT)	379	906	1.780	2.717	7.303 W AC
Anzeige der Systemwerte im FRONIUS Gen24 Dashboard:					
Spannung OUT	375,6	375,5	377,0	375,5	375,0 V DC
Strom OUT	0,8	2,2	4,3	6,4	8,5 A DC
Leistung OUT	300	826	1.621	2.403	3.188 W DC
Verluste	79	80	159	314	165 W AC
η	79	91	91	88	86 %

Resümee: Mit einem Wirkungsgrad $\eta = 91 \dots 86 \%$ für das Gesamtsystem (BOS 3k + Gen24 DC Seite) ein guter Wert. Die angegebene Wirkungsgrad von bis zu 93 % vom Mean Well Datenblatt für die CSP-3000 Serie ist somit realistisch.

Die angegebene Nennleistung von 3.000 W vom Mean Well Datenblatt für die CSP-3000 Serie kann leicht überschritten werden. Es ist abhängig von der Einstellung an den 2 internen Reglern am Gleichrichter.

Die dritte Messreihe beschäftigt sich mit dem Betriebszustand 3 – Tagesrand (abends) und Sonnenuntergang, Nacht:

- PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung ist AUS
- PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung wird EIN geschaltet
- PV-Generator liefert keinen Strom mehr wegen Sonnenuntergang; BOS Stromversorgung bleibt EIN
- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung wird AUS geschaltet

Resümee: Solange die Sonne scheint, dominiert der MPP Regler im PV Wechselrichter. Durch das Zuschalten des Gleichrichters passt sich dieser der PV-Generatorspannung (in unserem Testfall 200V DC) an. Es wird daher weniger Leistung durch den Gleichrichter eingespeist.

Geht die Sonne unter, regelt der Gleichrichter automatisch auf seine Nennspannung von ca. 400 V DC hoch, da jetzt das Gegengewicht durch den PV-Generator fehlt. Daraufhin passt sich der MPP Regler im PV Wechselrichter auf die neue Spannung an. Es wird die MAXimale Leistung durch den Gleichrichter eingespeist. Die Messwerte entsprechen dem Betriebsfall 2 (Nacht).

Die vierte Messreihe beschäftigt sich mit dem Betriebszustand 4 – Nacht, Sonnenaufgang und Tagesrand (morgens):

- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung ist AUS
- PV-Generator liefert keinen Strom; BOS Stromversorgung wird EIN geschaltet
- PV-Generator liefert wieder Spannung wegen Sonnenaufgang; BOS Stromversorgung bleibt EIN
- Bleibt die BOS Stromversorgung EIN; PV-Generator liefert keinen Strom
- Intervention - BOS Stromversorgung wird AUS geschaltet; PV-Generator liefert wieder Strom
- Ist der PV-Speicher noch nicht ausreichend voll: BOS Stromversorgung wird wieder EIN geschaltet
- PV-Generator liefert Strom; BOS Stromversorgung wird AUS geschaltet

Resümee: Solange Nacht ist, dominiert der Regler im Gleichrichter, da kein Gegengewicht durch den PV-Generator vorhanden ist. Daher wird mit der Nennspannung von ca. 400 V DC die Nennleistung von 3.000 W durch den Gleichrichter eingespeist. Darauf stellt sich der MPP Regler im PV-Wechselrichter ein. Die Messwerte entsprechen dem Betriebsfall 2 (Nacht).

Nach dem Sonnenaufgang liefert der PV-Generator wieder Spannung. In unserem Testfall jedoch nur 200 V DC. Daher bleibt der MPP Regler im PV-Wechselrichter auf den 400 V DC fixiert. Es kann KEINE Leistung vom PV-Generator eingespeist werden. Es ist eine Intervention mit AUS schalten der BOS Stromversorgung nötig. Dann entsprechen die Messwerte wieder dem Betriebsfall 1 (Tag).

D.h. zusammenfassend: Es ist immer eine individuelle Beurteilung jeder PV-Anlage auf Grund der verbauten PV System Komponenten erforderlich.

Es gibt Mean Well Gleichrichter der CSP-3000 Serie mit verschiedenen Ausgangsspannungen und folgenden zulässigen Stromwerten:

- Type 400 V : 200 ... 400 V DC * 10 ... 7,5 A DC = 2.000 ... 3.000 W
- Type 250 V : 125 ... 250 V DC * 17 ... 12 A DC = 2.125 ... 3.000 W
- Type 120 V : 90 ... 120 V DC * 30 ... 25 A DC = 2.700 ... 3.000 W

Damit errechnen sie die jeweils möglichen abgegebenen Leistungswerte für den Bereich des besten Wirkungsgrades.

Wird also die Ausgangsspannung des Gleichrichters mit der Ausgangsspannung des PV-Generators angepasst, wird erstens beim Betriebszustand 4 auch ohne Intervention die Leistung nach Sonnenaufgang eingespeist und zweitens entspricht die Abgabeleistung im Betriebszustand 1 (Tag) jenem des Betriebszustandes 2 (Nacht). Es ist nur mehr auf eine mögliche Überlastung zu achten.



3. Thermisches Verhalten – bei 3 kW Volllast

Die letzte Messreihe beschäftigt sich mit dem thermischen Verhalten der Verteiler Box im 3 kW Volllastbetrieb mit einer realen Laufzeit.

Bei der folgenden Berechnung werden beispielhaft Annahmen zugrunde gelegt:

- Es ist bei der eigenen Anlage ein 11 kWh PV-Speicher verbaut.
- Es ist vom Wetter ein Regen/Schnee Tag und daher wurde fast nichts geladen und daher ist die Batterie abends leer. Der SoC ist bei 7 %.
- Es gibt keine Notstrom Reserve.
- Das Haus verbraucht in der Nacht eine Grundlast von 5 kWh
- Es ist Winter und die Nacht dauert 15 Std.

5 kWh Grundlast Nacht / 15 Std. = 333 Wh Grundlast pro Stunde oder ein durchgehender Verbrauch von 333 W. Das sollte für das Notwendigste reichen (Kühlen, Heizen, Licht – KEIN Kochen, Nutzung von Camping Gas)

Bei einer erforderlichen Auflade Leistung von 50 % eines 11 kWh PV-Speichers werden inc. Verlusten ca. 6 kW Energie erforderlich. Daher müsste der NOT.Generator dafür 2 Stunden laufen. Bei Vollladung proportional dazu würde eine Laufzeit von 4 Stunden erfordern.

Bei einem Heizwert von 8,5 kWh pro Liter Benzin bzw. 9,8 kWh bei Diesel und einem geschätzten Wirkungsgrad des NOT.Generators von 30 % ergibt sich eine Verbrauchsmenge von $3 / (8,5 \dots 9,8) * 0,3 = 1,2 \dots 1,0$ l Benzin bzw. Diesel pro Stunde Laufzeit.

2 l Kraftstoff * 14 Tage Schlechtwetter bei einem Black Out im Winter würde somit eine vorzuhaltende Menge von 30 l Kraftstoff zur Überbrückung der Nachtzeiten erfordern.

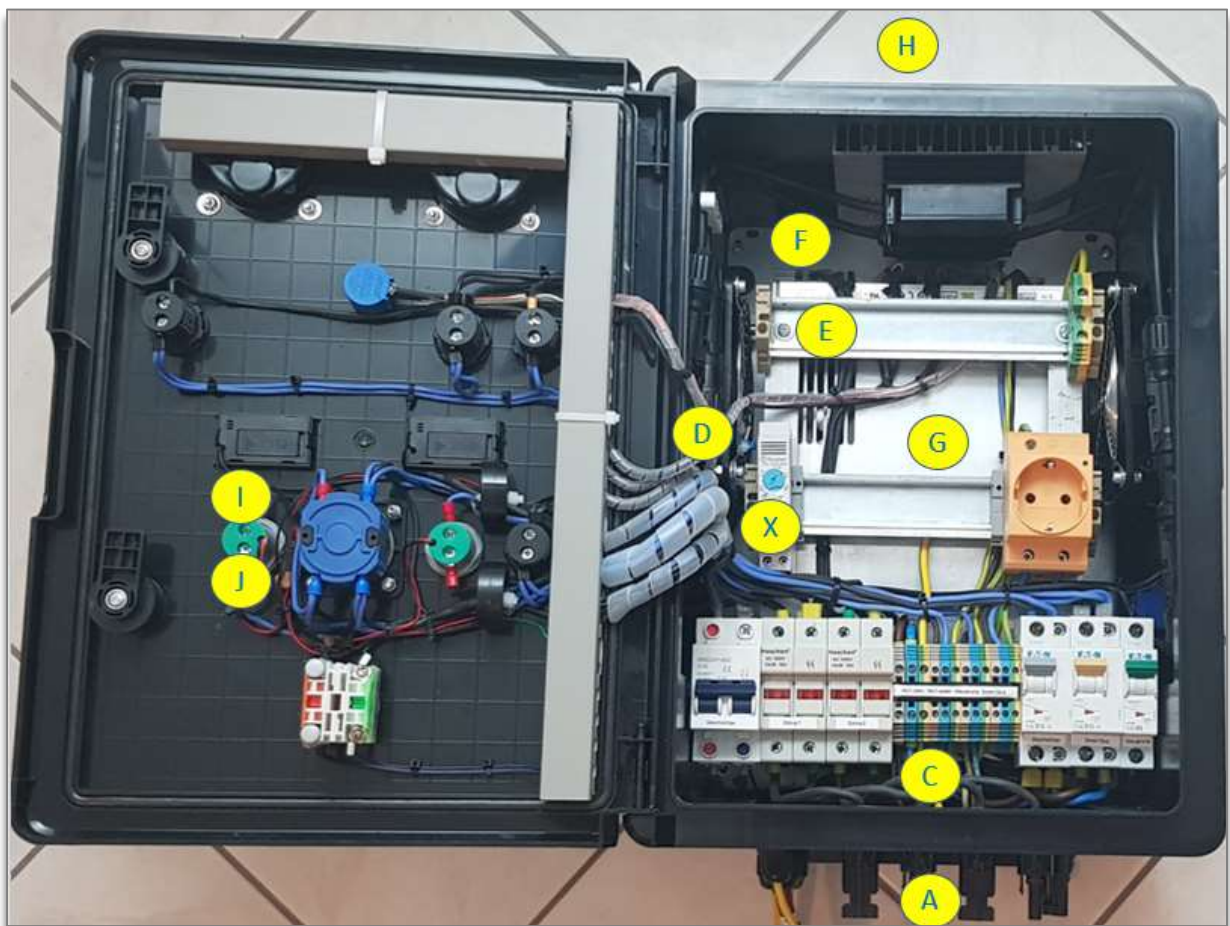
Die nachfolgende Messreihe wurde bei einer Raumtemperatur, gemessen am Boden, von ca. 20 °C durchgeführt

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
15:30 BOS 3k wird EIN geschalten	19,6	26,9	20,0	20,0	20,0	23,5	25,0	20,0	224	13,8	3.091
15:50 Lüfter 1 (links) schaltet sich EIN	21,3	27,1	31,1	34,0	28,9	40,2	42,2	30,1	224	13,9	3.114
16:00	22,0	27,4	20,5	35,0	32,8	34,3	41,7	32,5	224	13,9	3.114
16:15	22,0	27,6	20,5	37,0	34,0	35,3	42,7	33,0	224	13,7	3.069
16:45	22,6	27,2	21,4	38,0	34,9	36,4	43,7	34,3	223	13,9	3.100
17:15	21,8	27,4	20,3	37,0	34,5	35,8	43,2	33,5	224	13,7	3.069
17:45 BOS 3k wird AUS geschalten	22,6	27,1	20,7	37,4	34,5	35,8	43,2	32,8	225	13,8	3.105
18:15 Lüfter 1 (links) schaltet sich AUS	20,2	32,8	26,9								



Obiger Tabelle liegen folgende Messpunkte zu Grunde:

- A = Raumtemperatur am Boden
 - B = Raumtemperatur in 2m Höhe
 - C = Anzeige BOS 3k Zuluft
 - D = Anzeige BOS 3k Abluft
 - E = hm IP Temperatur / Feuchte Sensor links auf erster Hutschiene
 - F = hm IP Temperatur Sensor im Bereich Lüfterschlitz Gleichrichter oben
 - G = hm IP Temperatur Sensor im Bereich Gehäuse Gleichrichter Mitte
 - H = Gehäusetemperatur Oberseite über Öffnungen der Einstellreglern
 - I = Anzeige Wert für Spannung Stufe 2
 - J = Anzeige Wert für Strom Stufe 2
 - K = Errechneter Wert aus den Anzeige Werten für Spannung * Strom Stufe 2
- X = Thermostat für Lüfter 1, links



Beim Messraum handelt es sich um einen Heizraum im KG mit 2 m³ Pufferspeichern einer thermischen Solaranlage sowie umfangreicher Schwimmbadtechnik und PV Wechselrichter mit PV-Speicher.

Daher ist die Temperatur, gemessen in 2 m Höhe, relativ hoch für einen Kellerraum an einen regnerischen Sommer Tag. Dennoch ist die Bodentemperatur nur ca. 20 °C.



Raumtemperatur in 2 m Höhe

Die Kaskadenschaltung der mechanische Belüftung wird über 32 °C mit dem linken Lüfter aktiviert. Die Innentemperatur der BOS 3k Box, gemessen an der ersten, oberen Hutschiene links über den Lüftungsschlitzen des Gleichrichter (Messwerte E) schwankt, bei einer Raumtemperatur um die 20 °C, zwischen 23 °C und 35 °C. Da die 45 °C nicht überschritten werden kommt der zweite, rechte Lüfter nicht zum Einsatz.



Auswertung Messpunkt E

Natürlich entfeuchtet jede Temperaturerhöhung eines beliebigen Raumes relativ. Daher nimmt die Raumfeuchte in der BOS 3k Box von 60% RH auf 30 % RH ab.



Auswertung Messpunkt E

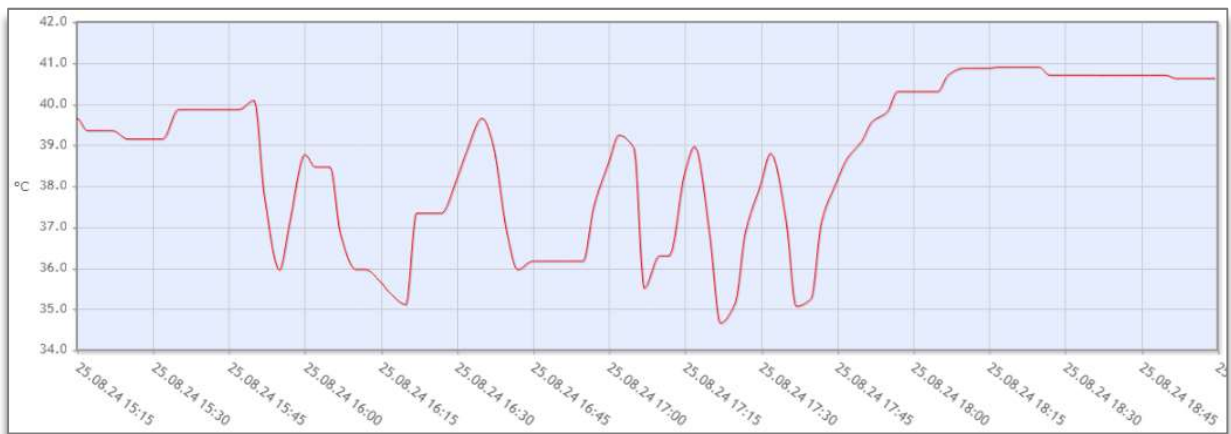


Die Innentemperatur der BOS 3k Box schwankt bei Volllast Betrieb mit 3.000 W und einer Raumtemperatur (= Zuluft der mechanischen Belüftung) bei Einsatz nur eines Lüfters zwischen ca. 23 °C und 43 °C.



Auswertung Messpunkt F (ROT) und G (BLAU)

Der Temperaturverlauf am Kühlkörper des Gen24 8.0 ist wie folgt. Der String 1 der Test PV Anlage wurde abgeschaltet, um die volle Leistung des BOS 3k einspeisen zu können. Es belastet nicht die Einspeisung des BOS 3k, sondern das Laden und das Entladen des PV-Speichers. Dennoch ist auf die Maximalleistung zu achten.



Auswertung Gen24 8,0 Sensor am Kühlkörper

Resümee: Temperatur

Der BOS 3k besitzt eine mechanische Lüftung mit je einem Lüfter auf der rechte Seite und einem Lüfter auf der linken Seite. Dazu gibt es eine Kaskadenschaltung:

- Raumtemperatur ... 32 °C * kein Lüfter
- 32 °C * ... 45 °C ** linker Lüfter neben den Lüftungsschlitzen des Gleichrichters
- + 45 °C ** linker und rechter Lüfter aktiv
- + 65 °C ** Warnleuchte ROT Übertemperatur

*) Die Einschalttemperatur des ersten Lüfters kann variabel am eingebauten Thermostaten des BOS 3k, in der zweiten Hutschienen Reihe, eingestellt werden. Es wird empfohlen sie gering über der maximalen Raumtemperatur einzustellen. Damit kann ein schneller Startpunkt und eine nicht zu lange (Verlustleistung) Laufzeit gewährleistet werden.

**) Bei den Temperaturen 45 °C und 65 °C handelt es sich um fixe Werte.



Um ein Nachlaufen des Lüfters, auch nach dem Abschalten des NOT.Generators zu gewährleisten, braucht es natürlich eine unabhängige Steuerspannung. Diese Steuerspannung ist natürlich bei einem Totalausfall der Notstromversorgung bei leerem PV-Speicher nicht vorhanden. Daher muss unter diesen Schwarz Start Bedingungen das Umstecken der Steuerspannung vom Notstrom Netz auf das NOT.Generator Netz möglich sein. Dazu wird die ausgeführte Steckdose für direkte Verbraucher genutzt.

Der BOS 3k ist für einen langfristigen Notstrombetrieb ausgelegt. NOT heißt sparen. Daher auch die stromsparende Kaskadenschaltung der mechanischen Zwangsbelüftung, denn auch diese muss teuer mit Benzin/Diesel erkaufte werden. Im Regelbetrieb bei Raumtemperaturen um die 22 °C sollte daher immer nur 1 Lüfter laufen und die Innentemperatur stabil unter 45 °C gehalten werden können.

Sollte der Klimawandel oder andere Betriebsumstände eine höhere Umgebungstemperatur vorgeben, ist mit an Sicherheit anzunehmender Wahrscheinlichkeit dass durch den zweiten Lüfter auch dann eine Dauerbetrieb unter Maximallast möglich ist.

- ➔ Bei gegebenen höheren Temperaturen (angestrebt sind + 30 °C) im Messraum der Testanlage werden diese Messwerte in einem update dieses Dokumentes nachgereicht.

Die Verdrahtung in der BOS 3k Box ist mittels Silikon Drähten ausgeführt. Dadurch ist ein Bedenkenloser Betrieb bis zu einer Innentemperatur vom 65 °C möglich.

Resümee: Gesamt

Der Aufstellungsort des BOS 3k ist üblicherweise nicht in trockenen Räumen oder im nassen Freien, sondern in Keller- bzw. Garagen Räumen. Daher ist das Basis Fertiggerät in einer Schutzart mit IP 42 ausgelegt, was eine mechanische Zwangsbelüftung erforderlich macht.

Der BOS 3k besteht aus einem geschlossenen Verteilerkasten mit Bedienelementen auf der Verteilertüre. Diese Türe ist nur mit Werkzeug (Dreikantschlüssel gilt als Werkzeug) zu öffnen. Daher sind die innenliegenden Einbauten nur für unterwiesene Personen zu erreichen und in der Schutzart IP 20 ausgeführt.

Für trockene Räume kann eine Gitterbox in IP 20 ohne zusätzlicher mechanischer Lüftung angeboten werden. Für spezielle Bedingungen im Freien verwenden wir zusätzliche Sichttüren über den empfindlichen Anzeige- und Bedienelementen der Türeinbauten.



Individuelle Beurteilung der eigenen PV-Anlage zur langfristigen Notstromversorgung im Black Out Fall

Auf Grund der 'Always ON Schaltung' ergibt sich folgende Check Liste:

1. PV-Generator

- Modul Fabrikat _____
- Modul Type _____
- Modul Leistung _____ Wp
- Anzahl der Module _____ Stk.
- Anzahl der Strings _____
- Verschaltung der Module _____
- GAK im DG vorhanden ja / nein
- Überspannungsschutz im GAK ja / nein

- Ergibt die theoretischen, maximalen Leistungs-, Spannungs- und Stromwerte

2. Wechselrichter

- Fabrikat _____
- Type _____
- Leistung _____ W
- Standort _____
- Notstrom ausgeführt ja / nein
- Notstrom Funktion aktuell getestet ja / nein Ergebnis: _____
- Screenshot der aktueller Werte vorhanden ja / nein
- Länge der String Leitung PV-Generator bis Wechselrichter _____ m
- GAK im EG / KG vorhanden ja / nein
- Überspannungsschutz im GAK ja / nein
- Überspannungsschutz im Wechselrichter ja / nein

- Ergibt die theoretischen, maximalen sowie tatsächlichen Einspeisewerte

3. PV-Speicher

- Fabrikat _____
- Type _____
- Energie _____ Wh
- LAN Anschluss ja / nein





4. Eigenheim

- Elektroverteiler Schutzmaßnahmen _____
 - Elektroverteiler Baujahr _____
 - Standort Zählerverteiler _____
 - Standort NUB _____
 - Heizsystem(e) _____
 - Warmwasseraufbereitung _____
 - Technisches Verständnis des Betreibers gut ... schlecht
 - Grundlastverbrauch TAG _____ W
 - Grundlastverbrauch NACHT _____ W
 - Screenshot der aktueller Werte vorhanden ja / nein
 - Kühlgeräte Küche _____
 - Sonstige Kühlgeräte _____
 - eAuto vorhanden ja / nein ____ BEV
 - Sonstige wichtige Verbraucher _____
 - Sonstiges Wissenswertes _____
 - Smart Home vorhanden ja / nein
- Ergibt die notwendige bzw. die zu bereitstellende Energie im Black Out Fall

5. Notstrom Aggregat (Not.Gen.)

- Not.Gen bereits vorhanden ja / nein
Diesel / Benzin
 - Gewünschter Not.Gen. Diesel / Benzin
 - Fabrikat _____
 - Type _____
 - Leistung _____ W
 - Standort _____
 - Abgasführung _____
 - Sicherheitstechnik _____
- Ergibt die konkrete Ausführung

Die zur Verfügungstellung von detaillierte Bilder erleichtern die Planungsarbeiten !



Disclaimer

Die Beschreibung ist nur als Empfehlung von Experten zu verstehen. Die Nutzung erfolgt auf eigenes Risiko und obliegt dem Risiko des jeweiligen Anwenders. Es gilt außerdem ein genereller Haftungsausschluss für fehlerhafte Anwendung der Beschreibung.

ACHTUNG LEBENSGEFAHR – Trafo lose Wechselrichter schalten im Betrieb die stromführende 230 V AC Phase sowohl auf die Plus- als auf den Minus Pol der DC Strings. Es gibt keine galvanische Trennung. Es ist daher erhöhte Vorsicht geboten !

Darum bei jeder Manipulation den Wechselrichter abschalten, denn dann wird nach dem Wiedereinschalten eine automatische Isolationsmessung der Strings durchgeführt.

Nicht unerwähnt muss bleiben, dass nur bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung die FRONIUS Garantie- bzw. Gewährleistungsbedingungen gelten.

Bestimmungsgemäße Verwendung	<p>Der Wechselrichter ist dazu bestimmt, Gleichstrom von Solarmodulen in Wechselstrom umzuwandeln und diesen in das öffentliche Stromnetz einzuspeisen. Ein Notstrom-Betrieb* ist bei entsprechender Verkabelung möglich.</p> <p>Als nicht bestimmungsgemäß gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine andere oder darüber hinausgehende Benutzung, - Umbauten am Wechselrichter sind nicht erlaubt, wenn diese nicht ausdrücklich von Fronius empfohlen werden, - das Einbauen von Bauteilen ist nicht erlaubt, wenn diese nicht ausdrücklich von Fronius empfohlen oder vertrieben werden. <p>Für hieraus entstehende Schäden haftet der Hersteller nicht. Gewährleistungsansprüche erlöschen.</p> <p>Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch:</p> <ul style="list-style-type: none"> - das vollständige Lesen und Befolgen aller Hinweise sowie Sicherheits- und Gefahrenhinweise aus der Bedienungsanleitung, - die Montage gemäß dem Kapitel „Installation“ ab Seite 53. <p>Bei Auslegung der Photovoltaik-Anlage darauf achten, dass alle Komponenten der Photovoltaik-Anlage ausschließlich in ihrem zulässigen Betriebsbereich betrieben werden.</p> <p>Bestimmungen des Netzbetreibers für die Netzeinspeisung und Verbindungsmethoden berücksichtigen.</p>
-------------------------------------	--

Quelle: FRONIUS

Sollten noch offene Fragen bestehen ersuche ich um Kontaktaufnahme zur Klärung.

gez. Gerhard HACKER

D/ -
A/ BOS 3k Preisblatt

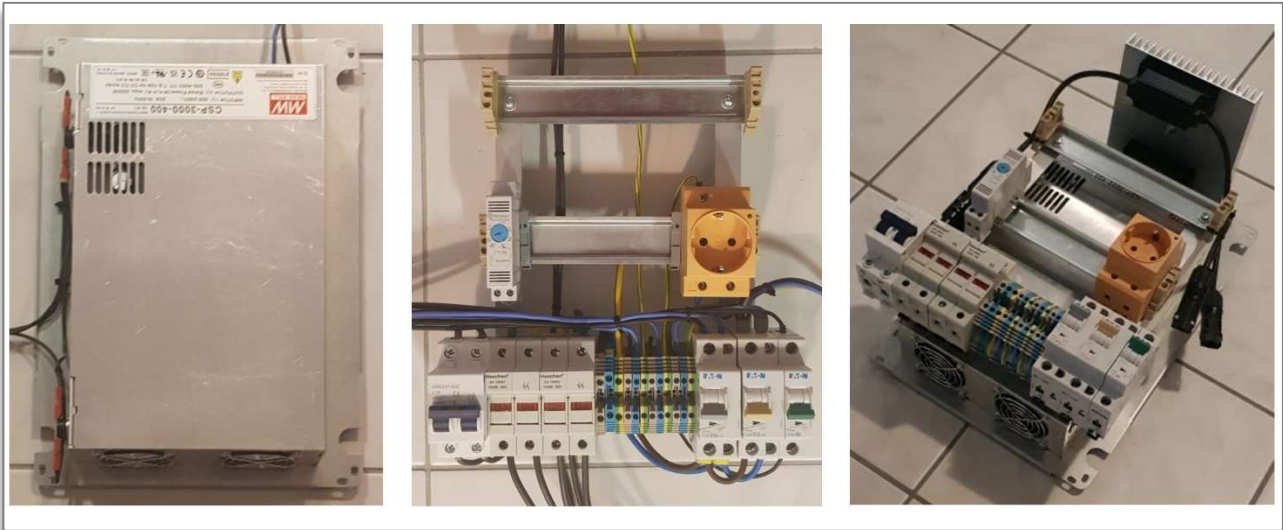
Copy right / left: Elektroinstallationen Ing. Gerhard Hacker CC-BY-SA 3.0



Anhang: Basis Fertiggerät Black Out Supporter BOS 3k mit max. 120 / 250 / 400 V DC Abgabespannung

Modular aufgebaut. Auch für Schwarz Start geeignet !

Die grundlegende Idee hinter der Konstruktion ist, eine einheitliche, variabel erweiterbare Box zu haben, die sowohl als Black Out Supporter (schwarzes Gehäuse) als auch als V2L 4 V2H Supporter (graues Gehäuse) oder auch als 12V/24V/48V/96V DC zu 80V++ Windkraft Supporter (grünes Gehäuse) einsetzbar ist.



Montageplatte mit Gleichrichter

3-reihiger Hutschienen Geräteträger zum Aufbau

zusammgebaut mit Kühlkörper vor Verteilereinbau

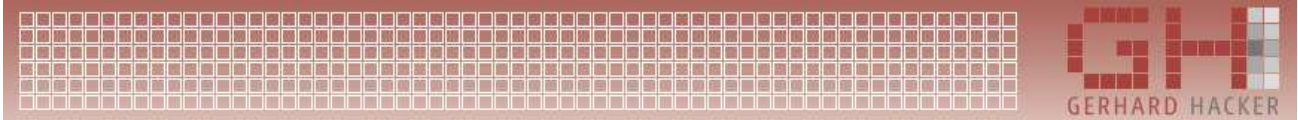
In den obigen und nachfolgenden Bild ist das Basis Gerät mit der Standard Bestückung als BOS 3k (Black Out Supporter 3.000 W) abgebildet, der eigentlich nur einen GAK (PV-Generator Anschluss Kasten) mit Zusatzfunktionen darstellt . Diese enthält bereits die komplette Lüftersteuerung mit Temperatur Anzeigen in der Verteilertür mit weiteren Messgeräten zum sicheren und langfristigen Notstrom Betrieb.



Verteilertür mit Einbauten

Verteiler Seitenansicht mit Austrittsfilter

Bodenansicht mit Eintrittsfilter und Anbauverschraubungen



Standardisiert, fix fertig verkabelt, einfach zum anstecken bzw. über Reihenklammern anzuschließen.
Individuell aufrüstbar. Alle für einen sicheren Betrieb erforderlichen Türleinbauten sind bereits im Basis Fertigergerät enthalten und brauchen nicht erweitert werden:

- 1 Stk. NOT-AUS Taster
- 1 Stk. Signalleuchte (grün Steuerspannung EIN)
- 2 Stk. digitale Messgeräte für die Anzeige von Spannung-Strom-Frequenz (grün Not.laden EIN; grün NOT-Gen. EIN mit Anzeige der Spannung-Strom-Frequenz);
- 1 Stk. Umschalter 1 Not.laden – 0 – 2 Not.Gen. Betrieb
- 2 Stk. Temperaturanzeige für Zuluft- und Abluft- Temperaturen
- 3 Stk. Signalleuchten (orange Lüfter 1 EIN; orange Lüfter 2 EIN; rot Übertemperatur >65°C)
- 1 Stk. Potentiometer mit 10 Umdrehungen für eine 10 – 100 % Leistungsanpassung
- 2 Stk. Analoge Kontrollinstrumente (Spannung Soll 400 V; Strom Soll 0 – 30 ...17 ...10 ... 7,5 A)

Der Verteiler enthält in der Basis Ausstattung

- 1 Stk. Box schwarz; 300 x 400 x 220 mm ohne außenliegender Befestigungslaschen
- 1 Stk. Mean Well Gleichrichter 230 V AC; 3.000 W; wahlweise 125 V DC, 250 V DC oder 400 V DC
- 1 Stk. Hochvolt Sicherung 2-polig 10 / 16 / 20 / 32 A zur Absicherung des Gleichrichter Ausgangs
- 2 Stk. Lüftung mit Eintritts- und Austrittsfilter sowie temperaturabhängiger Lüftersteuerung
- 1 Stk. Kühlkörper mit 2 Hochvoltdioden 1.600 V DC; 55 A
- 1 Stk. Leitungsschutzschalter 16A/N
- 1 Stk. Leitungsschutzschalter 13A/N für Hochstrom Verbraucher (z.B. eAuto NOT.laden ... Schwarz Start)
- 1 Stk. Leitungsschutzschalter 6A als Steuersicherung
- 1 Stk. Kühlkörper mit 2 Hochvoltdioden 1.600 V DC; 55 A
- 8 Stk. MC4 Stecker/Kupplung für 2 DC Strings IN/OUT
- 3 Stk. Reihenklammern 6 mm² max. 6 kW Not.Gen IN
- 3 Stk. Reihenklammern 2,5 mm² Not.laden IN
- 3 Stk. Reihenklammern 2,5 mm² Steuerspannung IN
- 3 Stk. Reihenklammern 2,5 mm² 3 kW Hochstrom Verbraucher OUT
- 1 Stk. Reihenklemme 16 mm² Erde

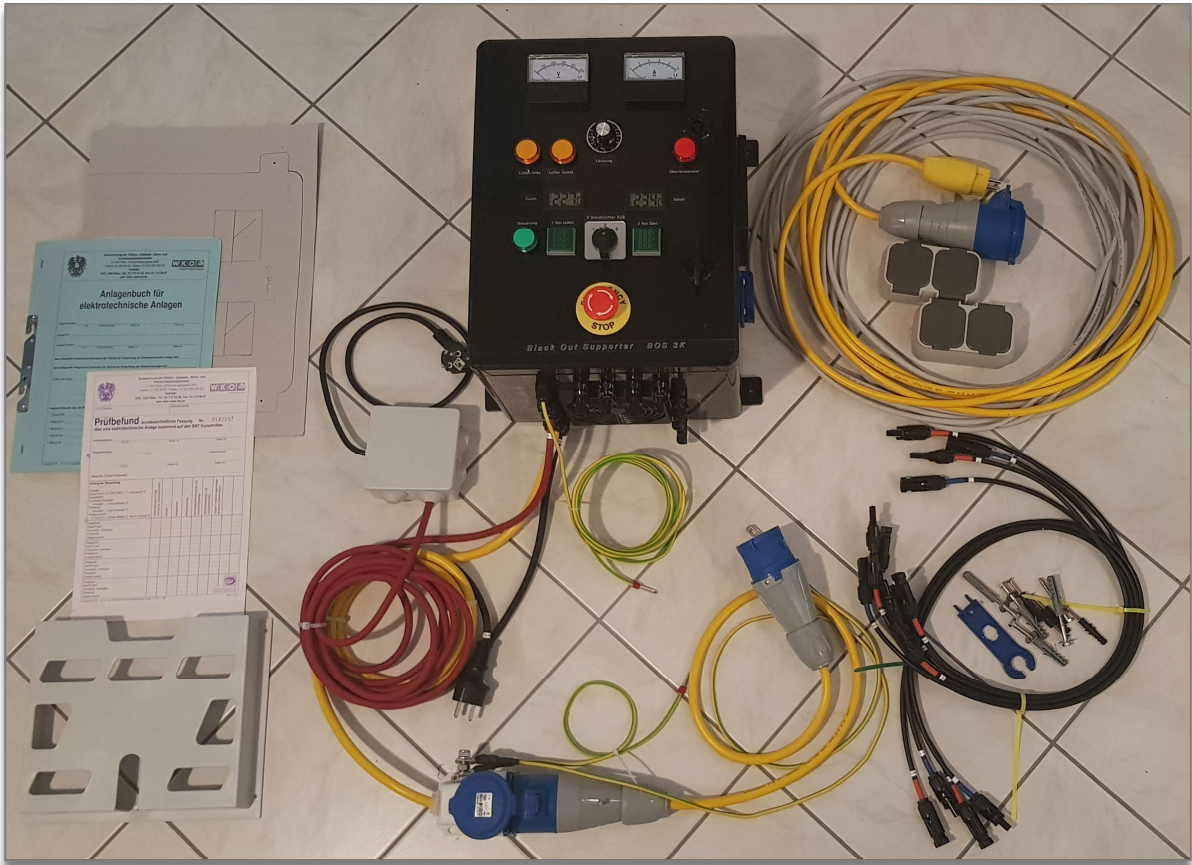
€ 2.699,- incl. Mwst.
zuzüglich Versandkosten
und Aufwand zur Klärung der technischen Voraussetzungen

Individuell zusätzlich Aufrüstbar mit (und / oder)

- 1 Stk. oder 2 Stk. DC Überspannungsableiter im GAK
- 1 – 4 Stk. Steckdosen für Direkt Verbraucher (z.B. BEV NOT.laden) mit RCD oder Isolationsüberwachung
- Potentialfreien Kontakten für Betriebs- und Störmeldungen als Interface zum Smart Home
- Temperatur- und Feuchte Sensoren als Interface zum Smart Home
- Sichtfenster über Einbauten
- Alternativ - IP 20 Gitterbox für trockenen Räume
- Nachhaltig - Wartungspaket (4 Batterien, 3 Luftfilter)

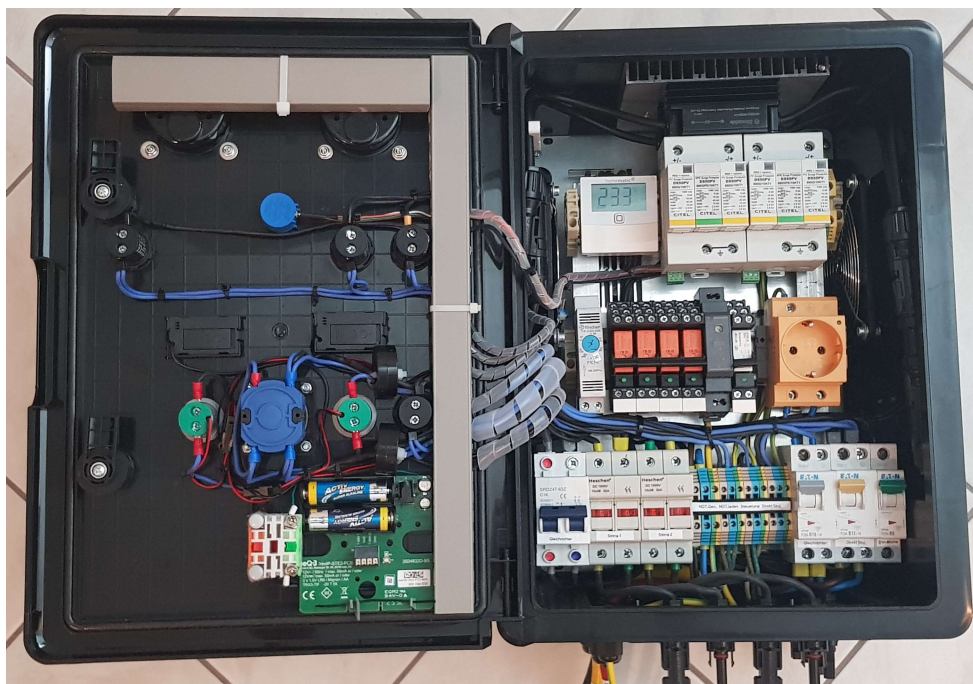


Kundenspezifische Ausführung des Basis Fertiggerätes, geeignet für einen Elektro Hilfsmonteur:



Betriebshandbuch, Plantasche, Bohrschablone, fertig konfektionierte Kabel, Spezialwerkzeug, Dübel und Inbetriebnahme Provisorium

Möglicher voll Ausbaus des 3-reihigen Geräteträgers mit Smart Home Interfaces ++:



Voll bestückte Hutschienen mit Überspannungsableiter und Smart Home Interfaces