

Autarker Funkbetrieb

Was braucht man für autarken und mobilen Funkbetrieb?

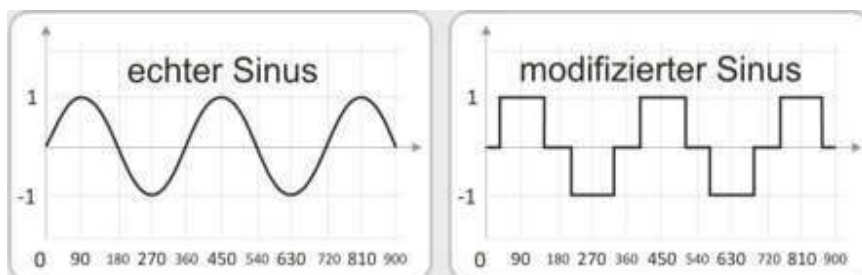
- KW, VHF und UHF Funkgeräte sollte jeder OM verfügbar haben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Geräte mit 12 V betrieben werden können.
- Mobilantennen, Drahtantennen, Steckmast und Bodenhülse, Stehwellenmessgerät, Kabel, Stecker, Werkzeug
- Akkumulatoren, Solarladegeräte, Generator (ÖL und Benzin nicht vergessen)

Meine mobile Ausrüstung

- Ein Dualband (2m/70cm) Handfunkgerät (Baofeng)
- Ein Kurzwellenfunkgerät, ICOM IC 706+ Antennentuner
- Antenne für KW...
- Diamond X30 für 2m und 70cm, 8m GFK Steckmast mit Bodenhülse
- 1x Autobatterie, Ladegerät und Inverter
-
- Solarzellen, MPPT Laderegler VE 75/15, mehrere Akkus (insges. > 300 Ah), Solarladetechnik, diverse Ladegeräte, Netzgeräte (Solar, 220V, 12V)
- Generator, 2200W, 30 L Benzin, Öl, Dreifachstecker, Verlängerungsschnur
- Windgenerator mit 300W, Hybrid Laderegler mit insgesamt 650 W
-
- Notebook mit den wichtigsten Decodern (PR, PSK, WinLink)

Stromversorgung mittels Stromaggregat, Batterien, Akkus und Inverter

Beim Kauf eines Inverters darauf achten, dass der Inverter keinen modifizierten Sinus erzeugt sondern einen "richtigen Sinus". Lieber ein paar Euro mehr ausgeben und das Gerät nicht zu schwach auslegen (mindestens 500 W besser mehr). Mit dem modifizierten Sinus kommen nicht alle Geräte zurecht, meine Gastherme z.B. Mit dem "echten" Sinus Inverter läuft die Gastherme auch längere Zeit (getestet) mit den GEL Batterien. Da ich eine Flüssiggasanlage betreibe bin ich vom Gasnetz nicht abhängig, vom Stromnetz allerdings schon.





2 GEL Batterien GF1252Y hin und wieder im Wechsel auf- und entladen. Gelegentlich testen, ob die Konstruktion auch funktioniert.

Stromversorgung mittels (Not)Stromaggregat (NSA)



Besonders geeignet für den autarken Funkbetrieb ist ein Generator mit Invertertechnik, z.B. der [Dengbar DQ2200](#) (2,2 kW).

Der Dengbar 2,2 kW, digitaler Inverter Generator (benzinbetrieben), besitzt einen 4-Takt-Benzinmotor mit Seilzug Starter. Durch die Invertertechnologie wird eine stabile Spannung ermöglicht. Durch das integrierte LCD-Display erhält man detaillierte Informationen zum Betriebszustand wie z.B. abgegebene Spannung, abgegebener Strom, aktuelle Leistung, Frequenz, Ölstandsanzeige, Betriebsstundenzähler.

Er ist besonders energiesparend durch die automatische Drehzahlregulierung (ECON) und besitzt Ölangelanzeige/Überlastanzeige mit Abschaltautomatik. Mit dem eingebauten Ökoschalter wird die Motordrehzahl der benötigten elektrischen Energiemenge optimal angepasst, d.h. er verbraucht weniger.

Ein 13,8 V Gleichstromausgang zum Laden von Batterien ist ebenfalls vorhanden. Zur Ausstattung gehört auch ein Werkzeugset.

Aktuelle Solaranlage (Insel, umgestellt von PWM auf MPPT Regler)



Verbaute Technik:

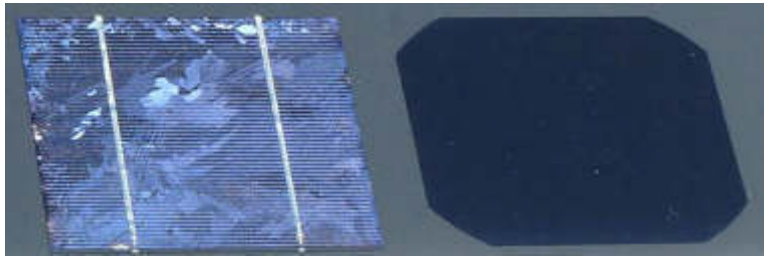
Polykristallines Solarmodul

- [Typ](#) (100Watt 12Volt Solarpanel Polykristallin von JWS)
- Nennleistung P_{max} 100 Watt
- Spannung bei Nennleistung V_{pmax} 17,8 Volt
- Leerlauf Spannung V_{oc} 22,1 Volt
- Kurzschluss Strom I_{sc} 5,92 Amper
- Strom bei Nennleistung I_{pmax} 5,62 Ampere



Kristalline Solarmodule (monokristalline und polykristalline)

Monokristalline Module und polykristalline Solarmodule unterscheiden sich in der Optik (monokristalline Module sind eher dunkel, polykristalline Module schimmern bläulich) und dadurch, dass monokristalline Module eine etwas höhere Leistung auf gleicher Fläche erbringen können.



Links eine polykristalline und rechts eine monokristalline Solarzellen.

Beide Technologien unterscheiden sich in der Haltbarkeit nicht (> 30 Jahre) und haben in der Regel eine durch den Hersteller garantierte Leistungsgarantie von 25 Jahren. Es gibt gerahmte Module (Alurahmen) und immer mehr flexible Module die aber auch wesentlich teurer sind.

12 Volt Module

Es gibt "12 Volt Module". Sie sind an der relativ niedrigen Leerlaufspannung zu erkennen, die zwischen 18 und 22 Volt liegt. 12 V Module haben eine Leistung bis max. ca. 150 Watt und werden in der Regel eine 12 Volt Batterie laden können.

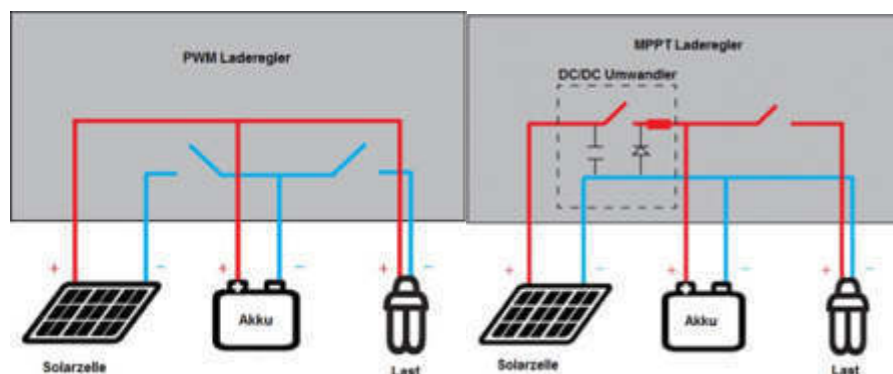
Standardmodule

Dann gibt es noch die Standardmodule. Sie haben meist 60 Zellen und eine Leerlaufspannung zwischen 35 und 40 Volt. Die Leistung dieser Module liegt bei ca. 300 Wp. Sie sind relativ günstig im Preis. Bei den Standardmodulen findet man ab ca. 300 Wp (Spitzenleistung, **Watt peak**) fast nur noch monokristalline Module. Polykristalline Module haben dagegen ein etwas besseres Preis/Leistungsverhältnis als monokristalline Module.

Laderegler

Es gibt PWM (Pulse Wide Modulation) und MPPT (Maximum Power Point Tracking) Laderegler. PWM Laderegler sind gegenüber den MPPT Ladereglern günstiger im Preis, MPPT Laderegler arbeiten aber deutlich effektiver ($\sim +20\%$). Welcher Laderegler für welche Anwendung ideal ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Eine gute Erklärung dazu gibt es [hier](#) und [hier](#).

Prinzipschaltung von PWM und MPPT Ladereglern:



Der PWM Laderegler schaltet das Solarmodul mehr oder weniger direkt auf den Akku und lädt ihn dadurch. Die Spannung (V) der Solarzelle wird dadurch auf die Spannung des Akkus abgesenkt. Hat der Akku seine volle Ladung erreicht (z.B. 14,4 V) trennt der Laderegler die Solarzelle vom Akku.

Der MPPT Laderegler ist in der Lage, die in der Regel höhere Spannung der Solarzelle an die Spannung des Akkus anzupassen (DC/DC Umwandler). Dadurch sind höhere Ladeströme möglich und der Laderegler kann effizienter arbeiten. Auch hier trennt der Laderegler die Solarzelle vom Akku, wenn der Akku voll geladen ist.

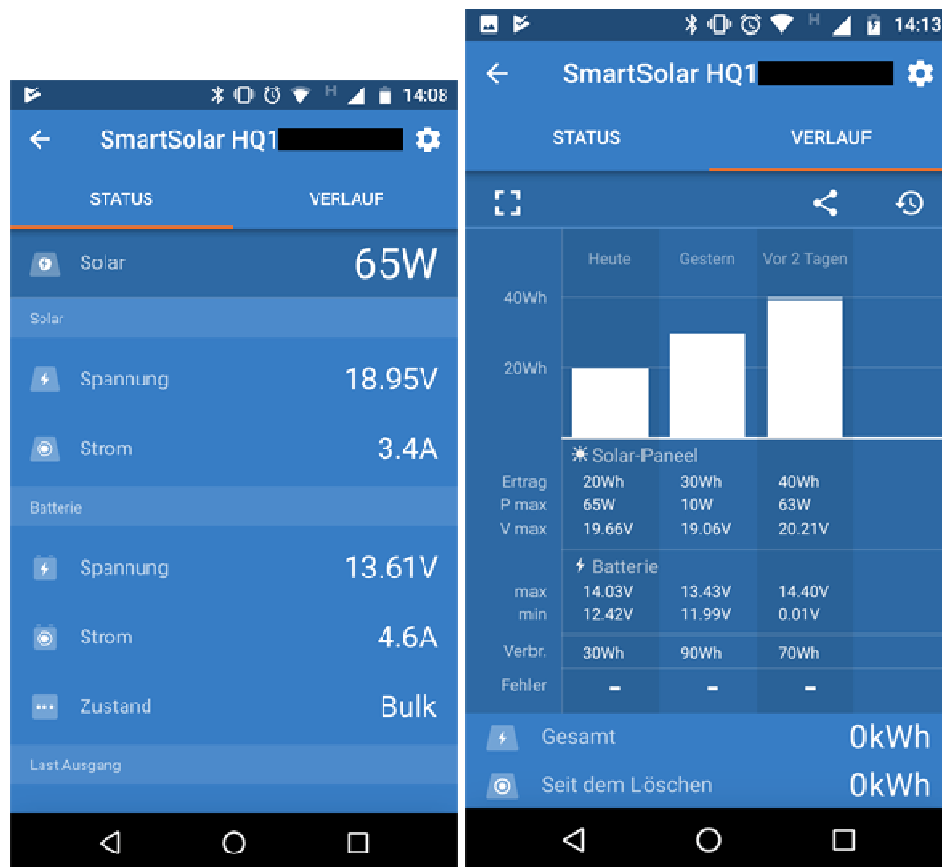
MPPT Laderegler

MPPT Laderegler VictronEnergy 72/15 (Bluetooth integriert)

- <https://www.victronenergy.de/solar-charge-controllers/mppt7510>
- <https://www.victronenergy.de/upload/documents/Datasheet-Blue-Solar-Charge-Controller-MPPT-75-10,-75-15-&-MPPT-100-15-DE.pdf>



Der MPPT VictronEnergy 75/15 Laderegler mit Handy App



Das kann nur ein MPPT Laderegler! Das Solarmodul bringt 3,4 A bei 18,95 V, der Laderegler wandelt die Spannung um (DC/DC) und lädt den Akku dann mit 4,6 A bei 13,61 V.

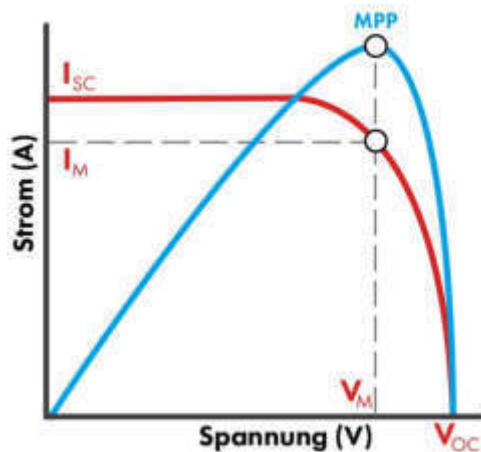
Wenn man beide Werte multipliziert und die Verluste bei der DC/DC Umwandlung berücksichtigt, kommt man ziemlich genau auf die angezeigten 65 Watt!

Rechtes Bild zeigt den Ertrag in Wh, den Spannungsverlauf der Batterie in V und den Tagesverbrauch in Wh.

$$3,4 \text{ A} \times 18,95 \text{ V} = 64,43 \text{ Watt}$$

$$4,5 \text{ A} \times 13,61 \text{ V} = 61,245 \text{ Watt (Verluste im Laderegler von 3,185 Watt durch DC/DC Umwandlung)}$$

Durch den MPPT Algorithmus (Maximum Power Point Tracker) wird die maximal mögliche Leistung der Solarmodule genutzt. So kann im Gegensatz zu herkömmlichen PWM-Ladereglern und unabhängig von der Differenz zwischen Batterie- und Modulspannung das volle Potenzial der Solarmodule genutzt werden, wodurch sich ein hoher Wirkungsgrad von ungefähr 95% ergeben kann.



Der effizienteste Arbeitspunkt wird vom Mikroprozessor des Ladereglers ständig gemessen und bei Bedarf angepasst. Der höchste Wirkungsgrad und damit die höchste Leistung des Solarmoduls wird so genutzt, um die Akkus so schnell wie möglich aufzuladen. An den VictronEnergy 75/15 können Module mit bis zu 75 V Eingangsspannung angeschlossen werden. Der MPPT Laderegler lädt die Batterien dann mit bis zu 15 A. In der linken Abbildung bedeuten:

IV = Strom-Spannungskurve (rote Linie)
 I_{sc} = Maximaler Strom (Kurzschlussstrom)
 V_{oc} = maximale Spannung (Leerlaufspannung)
 $I_m \times V_m$ = MPP (blaue Linie, Leistung in Watt)
 MPP = Maximalleistung (Maximum Power Point)



Linkes Bild Sendebetrieb, rechtes Bild Empfangsbetrieb

Verwendete Akkus

1 x Bleikristall-Akku (für den (VHF/UHF Funkkoffer))

Lead Crystal®-Akkus sind für raue Umgebungen entwickelt worden. Sie können bei Temperaturen über +65 °C und bis zu -40 °C bis auf 0 Volt entladen und täglich ohne Kapazitätsverlust zweimal so schnell wie herkömmliche Bleiakkus aufgeladen werden. Bei -40 °C kann der LC-Akku bis zu 50 % der ursprünglichen Nennkapazität und bei +40 °C sieben Jahre Lebensdauer erreichen.

- [Typ](#) (6-CNFJ-14)
- [Bedienungsanleitung](#)
- Einfacher Transport - keine besonderen Bedingungen
- Schnelles Aufladen - bis zu zweimal schneller als Bleiakkus
- Größere Zykluslebensdauer - 6000 Zyklen bis 20 %, über 1600 Zyklen bis 80 % DOD
- Kapazität 14Ah
- Nennspannung 12V
- Abmessungen 151 x 99 x 98mm
- Konstruktion AGM
- Anschlusstyp M5
- Gewicht 4.6kg
- Betriebstemperaturbereich -40 bis +65°C



2 x Exide/Sonnenschein GF1252YO (Mobilbetrieb, Fieldday)

- [Typ GF1252Y](#)
- Nennkapazität 52 Ah (C5)
- Nennspannung 12 Volt
- F-M6 (Innengewinde M6)
- Max. Ladespannung 14,4 V
- Konstant-Ladespannung mit 2,35 V/Zelle
- Länge 260 mm, Breite 170 mm, Höhe 178 mm
- Gewicht: 20,00 Kg



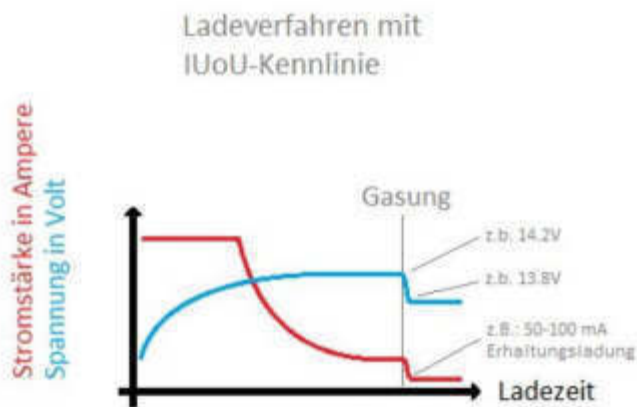
2 x SPRINTER XP12V3000 (Mobilbetrieb, Fieldday)

- Marke GNB Sprinter P/XP
- Technologie Blei AGM
- Spannung 12 V
- Minimum Kapazität 92,8 Ah
- Abmessung 307,5mm x 171mm x 239mm
- Sprinter Batterie, speziell für Wechselrichter (EXTRA POWER)
- Kapazität C20 92,8 Ah
- F-M6 Klemmen Anschluss
- Lebensdauer 12 Jahre bei 20° C



IUoU Ladetechnik

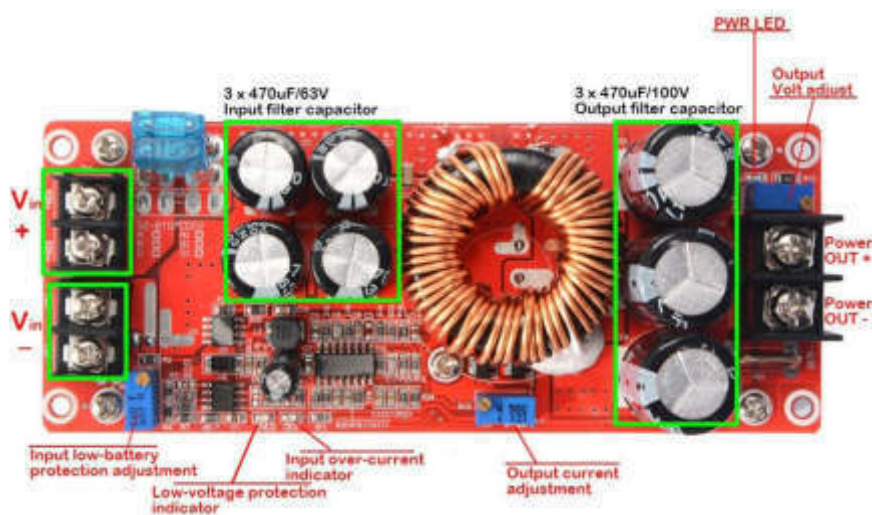
Um die BleiGel Akkus auch ganz normal laden zu können, habe ich mir ein Ladegerät mit IUoU Ladekennlinie besorgt. Hierbei wird der Akkumulator genau wie bei dem Ladeverfahren über IU geladen, allerdings wird kurz vor Beendigung des Ladevorgangs auf Erhaltungsladung umgeschaltet. Kurze Impulse, durch lange Pausen unterbrochen, wirken der Selbstentladung entgegen. Zum Einsatz kommt ein [BL 12.5 Ladegerät](#) mit 5 Ampere Ladestrom. Die unterschiedlichen Ladekennlinien (W, IU und IUoU) werden [hier](#) sehr gut erklärt.



Step-Up DC/DC Konverter

Leider können die Akkus die 13,8 Volt nicht sehr lange halten, die Spannung bricht irgendwann auf ~12,5 Volt ein und das Funkgerät bringt nicht mehr die volle Leistung.

Abhilfe schafft ein Step-Up DC/DC Konverter der die Ausgangsspannung immer konstant auf 13,8 Volt hält.



Das Modul macht 20 A (1200 Watt), dass sollte für den normalen Funkbetrieb ausreichen. Mit zusätzlichem Lüfter sollen bis zu 25 A möglich sein.

Windkraft

Eine kleine [Windkraftanlage](#) mit 300 W (max. 22 A) geht online. Die Anlage ist dazu gedacht, die autarke Stromversorgung auch mit Windkraft sicherzustellen. Die Anlage ist von [IstaBreeze](#) und hat noch eine handhabbare Größe für den mobilen Einsatz. Rotordurchmesser ca. 1,0 m.

Der mitgelieferte 650 W Hybrid-Laderegler erlaubt den parallelen Anschluss von Solarzellen bis 150 Watt. Insgesamt liefert die Anlage dann maximal 650 W.

Technische Daten:

Model I/HCC-650 Hybrid PWM Laderegler

Nennausgangsleistung	650 W
Eingangsspannungsbereich	16 ~ 12 V
Batterie	12V
Max. Eingang Windkraft	500 W
Max. Eingang Solar PV	150 W
Überladeschutz	15V $\pm$ 0.5V AH
Empfohlene Batterie	1 Stück 12V / 150 AH
Wind Turbine Max. Eingangsstrom	40 A
Schutz Funktionen	Überladung der Batterie, automatische Bremse bei Sturm
Größe	140 x 120 x 60 mm
Gewicht	0,6 Kg

Laut Hersteller (Istabreeze) handelt es sich bei dem Hybrid-Laderegler um einen PWM Laderegler mit den folgenden technischen Daten: Die Ausgangs Spannung für 12 V Modelle ist maximal 14,6 V und für 24 V Modelle maximal 29,6 V mit maximal 30 A Ausgangsstrom (A).

Generator

Alternator Gehäuse	Hitzebeständiger Kunststoff
Generator	3-phasig, Permanentmagnet (Hoher Wirkungsgrad durch starke Dauermagnete (NdFeBo-Magnete, 150° temperaturbeständig)
Maximale Leistung	350 W
Nennleistung	300 W
Stromstärke	max. 22 A
Systemspannung	12 V

