

Ziel

Das Ziel ist eine remote betreibbare Station für Kurzwele, welche autark mit Energie versorgt wird.

Die Anbindung und Steuerung soll mit geringer Bandbreite (max 64kBit/s, wie dazumal bei ISDN, heute bekommt man bei vielen LTE/UMTS Verträgen diese Bandbreite „umsonst“) funktionieren.

Probleme, Baustellen, Kompromisse

Liest man sich in das Thema Solar ein, wird schnell klar, weshalb es im Winter kalt ist: Will man 365 Tage im Jahr genügend Strom, muss man im Vergleich zum Sommer mit 5..6..7 mal weniger Solarertrag im Winter rechnen. Batterien mögen die Kälte of auch nicht so sehr, haben eine geringere Kapazität bei Kälte. Schnee kann tagelang die Panele bedecken, es ist einfach ein großer Mist im Winter...

Bei der Speicherung der Energie findet mal viele Vor- und Nachteile zwischen den verschiedenen Akkutypen. Passt der Geldbeutel, will man vielleicht gleich ein LiFePo4. Mit einem großen Blei-Gel kann man aber auch eine Zeit lang glücklich werden. Betonung auf Zeit: Die Alterung des Akkus wird ganz massiv davon abhängen, wie viel Energie man jeden Tag aus dem Akku holt. Desto größer der Akku, desto geringer die relative Entladung (aber desto teurer die Anschaffung) und im besten Fall ist er sowieso nach 10..12 Jahren kaputt.

Einen passenden TRX zu finden, ist nicht ganz so schwer, aber auch hier gibt es viele fürs und wider. Meine Wahl viel auf einen alten Kenwood TS-480 Sat. Die Ansteuerung über Seriel und analoger Audio Anschlüsse ist nicht so schön, dafür taugt die Kennwood Software und der TRX macht das, was man will.

Daneben trifft man auf allerlei potentieller EMV Quellen und Schwachstellen. Ein großer Eimer Klappferritkerne wird sicher gebraucht, man will auch die Audio Anbindung und TRX entkoppeln, Energie sparen ist generell DAS Stichwort (im Sommer ist Energie im Überfluss vorhanden). Nun mehr zu den einzelnen Baustellen...

Die Anlage

Solar, Akku und Regler siehe extra weiter unten...

Noch etwas zur Internetanbindung:

Die Steuerung der Anlage soll meinen Träumen nach einmal über das Hamnet laufen. Aktuell über geht es aber über LTE. Schön ist, dass als Bandbreite GPRS mit rund 64kbit/s genügt. Somit kann man kleinste Prepaid/Verträge LTE Verträge nutzen, welche dann nach Verbrauch des Volumens bis zum Monatsende gedrosselte 64kBit anbieten. Uns genügt das! :)

So, hier der „Rest“:

"BLE Arduino"

Direkt am Akku hängt hinter einen DC-DC Step Down (xl4015) ein Arduino Nano mit integriertem BlueTooth Low Energy, ein BLE Nano... jener sendet alle paar Sekunden die Akkuspannung über BlueTooth...

Raspberry Pi Zero

Läuft 24/7 nur über Solar. Power über USB Hub, angebunden ans Internet mit UMTS USB Surf Stick. Internetverbindung mit VPN Tunnel „nach Hause“.

Der Raspi bietet auch ein WLAN Accesspoint.

Auf dem Raspi läuft ein Webserver, welcher im VPN erreicht werden kann. Hier kann der Windows PC an oder ab geschaltet werden, sowie die Akkuspannung abgelesen (wird via BlueTooth empfangen) werden.

Zwei Relais steuert der Raspberry:

Einmal kann er dem Windows-PC komplett den Saft ab drehen (notwendig, um diesen auch wieder einschalten zu können) und zum anderen kann er die 12V Stromversorgung des TRX ab- bzw. auf ein optionales 230V AC Netzteil umschalten. Für den Fall der Fälle, wenn man 100W Dauerstrich im Winter fahren will und der Akku schlapp machen würde.

Windows 10, max 3 Watt Mini-PC

Intel SoC z8350 basierend, 4GB Ram, 64GB Flash, USB3, Wlan, BlueTooth, max 3Watt Verbrauch.

Der Windows PC hängt im Wlan und wird nur bei Bedarf gestartet. Auf dem PC läuft die Kenwood ARHP Steuersoftware. Verbunden ist der TRX über ein USB-Seriell Kabel mit dem Windows PC. Audio ist galvanisch getrennt, interne Soundkarte verwendet. Das Audio Signal sendet und empfängt der PC mit der Mumble VIOP Software. Meine Ergebnisse waren hier mit Mumble positiver als wie mit TeamSpeak.

Versuche, ohne Windows-PC mit diesem TRX aus zu kommen, schlugen etwas fehl, klappten nicht gut... es ist eine „Kröte“, aber ein Windows PC vor Ort schadet auch nicht. Genial geringer Stromverbrauch!

Der Windows-10 PC wird vom Raspberry Pi Zero W mittels PowerShell via OpenSSH besteuert. Die PowerShell Console in Windows 10 ist sehr praktisch, auch für schmalbandige Internetverbindungen. OpenSSH bekommt man seit einiger Zeit ja direkt von MS passend für Windows. Sehr schön!

TRX Kenwood TS-480 Sat

...

Gesamter (dauer) Stromverbrauch

Der Raspberry Pi Zero mit Wlan und BlueTooth ist schlicht weg genial - rund max 1 Watt! Doch der UMTS Surfstick frisst locker auch 2-3 Watt. Ebenso der (optionale) SRD Stick für APRS Empfang. Dann noch Verluste in USB-Hub, DC-DC Step down, dem kleinen BLE Nano für die Spannungsmessung, all das läppert sich und am Ende misst man rund 10 Watt Verbrauch am Akku. Einerseits sehr wenig, andererseits auch sehr viel. Ein großes, erfreuliches „Hallo!“ erzeugt bei mir auch der Windows-10 Mini-PC mit max 3 Watt (s.u.). Jener ist nur bei TRX Betrieb an, somit kein extra Problem an langen, dunklen Wintertagen.

Solarertrag

Der Dipl.-Ing. Udo Schäfer hat einen super Solar- und Verbraucherkalkulator, einen Super „Inselrechner“: Mittlerweile muss man sich einmal registrieren, aber da ist echt alles drin! - [esomatic Solar Calculator einer Inselanlage](#)

Wie eingangs schon erwähnt, der Unterschied zwischen Solarertrag im Sommer/Winter liegt irgendwo bei Faktor 5..6..7. An einem Wohnmobil kann ein 100Wp Panel schon mehr als ausreichend sein, wenn man nur so „bei schönem Wetter“ unterwegs ist.

In meinem Fall habe ich als Dauerverbrauch rund 10 Watt angesetzt (später mehr dazu) und komme. Rechnet man das alles durch, kommt man auf eine benötigte Solarleistung von rund 400...600Wp von den Solarmodulen. Natürlich kann man da an den Stellschrauben drehen, je nach Akku-Typ und Kapazität, je nach Lebensdauer, je nach kalkuliertem worst-case (x Tage kein Sonnenertrag).

Weiter geht es mit der Frage der Panelspannung, der Akku-Ladung. Beachtet werden müssen Parameter wie:

- eine beschattete, kaputt Solarzelle blockiert/verbrät Leistung
- ist die Ladespannung zu weit von der Batteriespannung weg, wird der Regler idR nicht so effizient
- ist das Solarkabel lang, ist der Strom sehr hoch, ist der Querschnitt gering... Verluste im Kabel!
- Je mehr transformiert werden muss, desto mehr „Lärm“ kann man sich einfahren und Verluste einfahren.

Da der TRX hier 12V hat und mit maximal 100W auch ordentlich Strom frisst, bin ich auf eine 12V Akkuspannung, einen MPPT Regler für Solar, zwei je 280Wp Solar Modulen mit rund 30V parallel geschaltet bekommen. Dier billige China Solar Regler macht erfreulicher- und erstaunlicherweise kein EMV!

Die Panele

Zwei günstige 280Wp Panele mit rund 30V DC Spannung parallel geschaltet. Jene Module sind oft auf Dächern und in Solarparks verbaut, die Preis/Leistung ist top. Auf Hersteller will ich hier nicht eingehen...

Der Regler

Hier im Einsatz ein Make Sky Blue MPPT Solar Regler für bis zu 50A. Er funktioniert bisher... ich bin mir zwar sicher, dass er kein so tollen Wirkungsgrad hat, aber der Preis hatte „überzeugt“. Etwas besseres wäre sicher kein Fehler, doch EMV hab ich keine. Im Alltag hab ich bisher vor Ort echte 320W Ladeleistung erlebt, es gibt hier aber kein Monitoring. Viel mehr geht vermutlich nicht durch meine dünnen Kabel... und die Batterie muss entsprechend geleert sein, sowie die Sonne ordentlich scheinen. Apropos Wirkungsgrad: Allgemein liest man, dass der maximale Ladestrom natürlich auch von der Akkuspannung abhängt, aber auch der Wirkungsgrad hängt von der Spannungsdifferenz zwischen Solar ↔ Akku ab. Datenblätter studieren!

Energiespeicherung

Es ist ein Muss, dass man sich die Kennlinien zwischen Stromentnahme eines Akkus und dessen zu erwartende Zyklenzahl anschaut. Ebenso die generelle, maximale Lebensdauer. Und das tut alles weh... kurz: Wer seinen Blei (Gel, AGM..) mehr als 50% entlädt, der darf echt oft Akkus kaufen gehen.

LiFePo4 Akkus scheinen die interessanteste Wahl zu sein, doch der Anschaffungspreis ist hoch und ob diese dann wirklich soooo lange halten, das mag sein, ich war nur etwas skeptisch und der Geldbeutel zu klein.

Klassische Blei Akkus aus dem KFZ Bereich hat man bei den vielen kleinen Lade- und Entladeströmen schnell getötet, das lohnt nicht.

Hier entnehme ich rund 20A/Tag. Bei einem 200Ah Akku also rund 10% bei Null Solarertrag. Nehmen wir 4 Tage als worst case Ausfall an, wären wir bei einer (Ent-)Ladung auf in etwa 60% des Akkus angekommen. Der Gel Akku soll davon rund 1400...1500 Zyklen verkraften. Bei einer 10% Entnahme wären es rund 2400 Zyklen. Bedenkt man die 365 Tage im Jahr, die 365 Zyklen im Jahr... man will echt nicht tiefer entladen.

PS: Akkus auf dieser Bleitechnik lassen sich super recylen. Das Umweltgewissen freut sich. Bei LiFe... sind wir noch am Anfang, nicht so gut. Der Öko kauft also erst mal besser Blei...

Transformation und Verluste

Wie schon erwähnt: 12V stehen hier wegen dem TRX als gesetzt. 230V AC ist in der Inselanlage nicht vorgesehen gewesen, kam später aber als (teures Addon) für den Kompressorkühlschrank (gibts auch mit 12V DC) u.a. hinzu, um etwas mit der überschüssigen Energie im Sommer anfangen zu können.

Die Kabelverluste Solar ↔ Laderegler ↔ Akku ↔ TRX sind absolut nicht unerheblich, wenn man ein paar Ampere fließen. 10qmm sind bei 12V nicht viel, muss man ein paar Meter überbrücken. Das sollte berechnet, einkalkuliert werden.

Die Mikrocontroller, die Mini-PCs brauchen 12V, 5V bzw. 3.3V. Da die Solaranlage mit bis zu 14,8V den Akku laden könnte und nicht alle 12V Verbraucher so hohe Spannungen „brauchen“, hab ich einen DC-DC Step Down gesucht, welcher einen ganz geringen drop hat (wichtig bei geringer Akkuspannung!). Sehr, sehr glücklich bin ich mit XL4015 DC Step Down Reglern geworden. Einer erzeugt 12V, ein zusätzlicher Filter am Ausgang- und Eingang drückt die letzten Wellen platt, man kann darauf aber (fast?) verzichten.

Viele andere Step Down Regler haben einen zu großen drop, manche machen zu viel Lärm. Da muss man ggf. ausprobieren... jener hier taugt eben wie gesagt.

Ein USB 3.0 Hub für 12V (intern hat er auch ein DC-DC step down) spuckt über seine USB Anschlüsse 5V u.a. für einen Raspberry Pi Zerow aus.

Für eine Relaissteuerung u.a. werden nochmals mit einem zweiten XL4015 3.3V erzeugt. Sollte der Solarstrom zu „knapp“ werden und man viel „Saft“ brauchen, lässt sich der TRX auch auf 12V aus einem 230V AC Netzteil mit Anbindung ans klassische Stromnetz betreiben, braucht es aber nicht...

PS: Will man gelegentlich sein Notebook vor Ort laden: Es gibt sehr brauchbare Universal-Laptop Ladegeräte welche fast alles laden und eben am Eingang nur 12V brauchen. Bedauerlicherweise macht einer hier etwas EMV, wenn er an ist...

EMV

Der MPPT Solarregler, wie auch ein anderer PWM Regler in der Nähe, machen erfreulicherweise praktisch kein EMV.

Zum Test befand sich einmal ein „China Inverter“ für 230V AC hier am Platz. Das waren dann schon ein paar S-Stufen Lärm, hier betraf es vor allem das 20m Band. Das Gerät war eine gute, günstige China Komposition. Ein anderer Regler, Made in Germany, macht hingegen kein EMV, kostet aber

rund das 5-fache. Ich brauche ihn nicht, aber er ist jeden Cent wert. 😊 Wenn man kann und will...

Ansonsten sind mit HF Einstrahlungen zu rechnen, an jeder Stelle. Kurze Kabel, wo es geht, Klappferrite, abgeschirmte Gehäuse und die Sorgen hat mal los.

Sehr erfreulicherweise sind hier günstig zu erwerbende DC-DC Step-Down Regler mit dem XL4015 (low drop!) echt sehr leise. Sie lassen sich nur mit einer Spule weiter einfach säubern, aber das braucht es nicht in jedem Fall.

Je nach Wetter und Band und „Nachbarn“ ist der Müll auf dem Band zwischen S0 und S3. Die Inselanlage „tut“! :)

Die Computer und Mikrocontroller

s.o... ggf hier löschen...

Sonstiges (Inverter, USB-Hub, SDR für APRS u.a.)

Dem Raspberry Pi Zerow wurde noch ein SDR Stick mit TCXO verpasst (RTL2832UR SDR Stick mit 0.5PPM TCXO in Alu-Gehäuse mit SMA Buchse), welcher auf APRS Signale lauscht und diese ins APRS Netz einspeist. Apropos... der Raspi ist nicht abgeschirmt und hat noch keinen HF Kollaps bekommen.



Die Suche nach einem „guten“ USB Hub für 12V (hier ein ORICO 4-Port USB 3.0-Hub) hat sich gelohnt

- er hat einen tollen DC-DC Step-Down intern verbaut und liefert ordentliche 5V für Surf Stick, SDR Stick und den Raspberry Zero.

Will man für irgend etwas 230V AC, dann muss man an die hohen Ströme auf der 12 DC Seite denken und mit EMV rechnen, es sei denn, man kauf „etwas Gutes“. Die Ströme sind dennoch hoch... auch der relativ hohe Stromverbrauch der Geräte im stand-by will man definitiv NICHT dauerhaft.

From:

<https://radio.feindas.de/> - **radio.feindas.de**

Permanent link:

<https://radio.feindas.de/dc8lz:solar?rev=1594293158>

Last update: **2020/07/09 11:12**

