

Solaranlagen

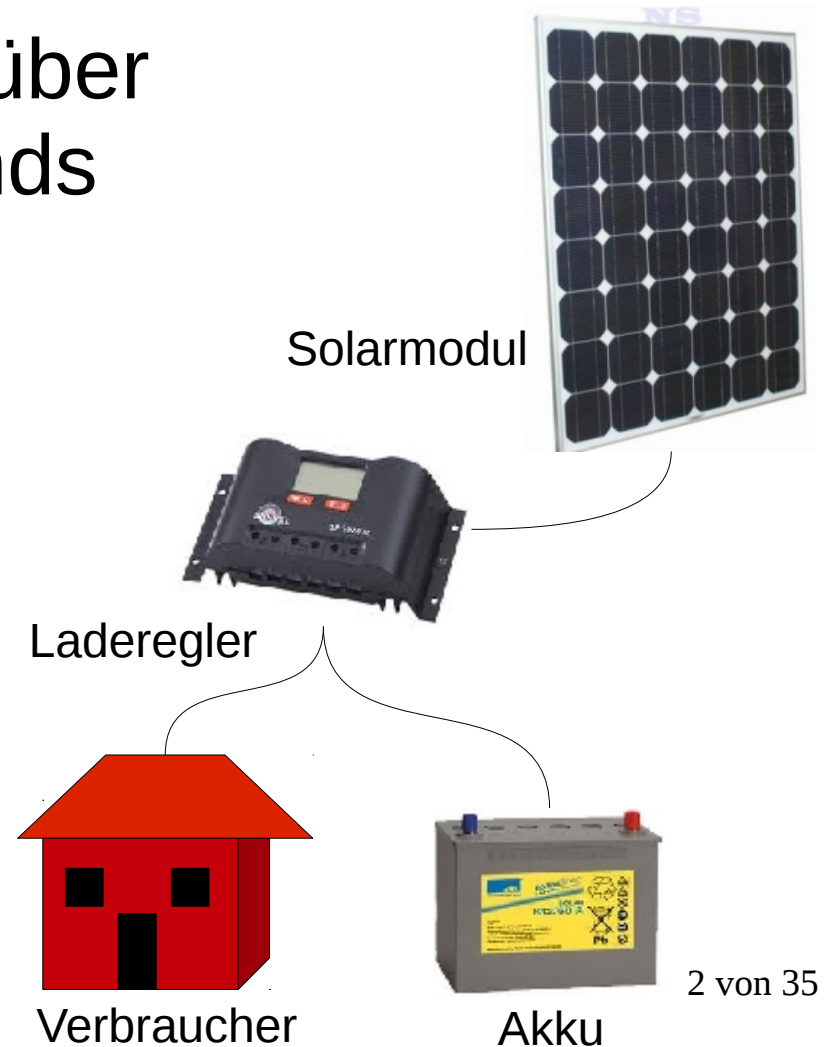
Für die Etagenwohnung



07.09.2017, coco

Betriebsart: Insel

- Darf jeder einfach so aufstellen.
- Sonnenenergie fließt tagsüber in den Akku und wird abends genutzt.
- Kein Stress mit Nachbarn und Netzbetreibern!



Dimensionierung

- Welche Geräte sind wichtig?
- Welche Leistung nehmen sie auf?
- Wie viele Stunden am Tag laufen sie?
- Was ändert sich im Notbetrieb
 - Kein Internet
 - Dafür mehr Kurzwellen-Funk
- Wie viele dunkle Tage willst du überbrücken?

Dimensionierung

Verbraucher	Leistung	Stunden/Tag	
Raumbeleuchtung	10 W	8	80 Wh/d
Notebook	50 W	4	200 Wh/d
Funkgerät	250 W	1	250 Wh/d
Reserve für Kleingeräte	50 W	1	50 Wh/d
Summe		illusorische	580 Wh/d

Nun denn, was brauchst du wirklich ...

Verbraucher	Leistung	Stunden/Tag	
Raumbeleuchtung	10 W	8	80 Wh/d
Notebook	25 W	4	100 Wh/d
Funkgerät	32 W	1	32 Wh/d
Reserve für Kleingeräte	40 W	1	40 Wh/d
Summe		machbare	252 Wh/d

Grenzen

- Küche darf am öffentlichen Netz bleiben:
 - Waschmaschine – 2000 W – 500 Wh/d
 - Wasserkocher – 2000 W – 35 Wh/d
 - Mikrowellenherd – 1000 W – 85 Wh/d
 - Herd/Backofen – 5000 W – 2500 Wh/d
- 3120 Wh/d sind an diesem Standort nicht zu schaffen → Die Küche wird weiter mit kommerziellem Strom unterstützt.
- Mal ehrlich: Im Ernstfall kann man gut drauf verzichten ...

Dimensionierung: Akku

- Ziel sind 252 Wh/d
- Plus 10% Ladeverlust-Zuschlag: ca. 280 Wh/d
- Bleigel-Akkus
 - werden nur zu 50% entladen
 - Arbeiten mit 12 V
- Benötigte Kapazität für einen Tag:
 $2 * 280 \text{ Wh} : 12 \text{ V} = 47 \text{ Ah}$



Akku: 60 Ah

Dimensionierung: Solarmodule

- Ziel sind 280 bis 580 Wh/d
- Die theoretische Maximalleistung eines Moduls wird in Wp (Watt Peak) angegeben.
- Wir sind in Hannover und der Standort liegt zeitweise im Halbschatten.
- Faustformel: Bei ca. 5 Vollast-Stunden pro Tag bringt ein x Wp Modul ca. $5 \cdot x$ Wh
- **Sommer: $580 \text{ Wh} / 5 \text{ h} = 116 \text{ W}$**
- **Winter: $280 \text{ Wh} / 0,5 \text{ h} = 560 \text{ W}$**
- Ein Modul mit 130 Wp ist gerade preisgünstig.

Solarmodule: $2 \times 130 \text{ Wp}$
 $= 260 \text{ Wp}$



Dimensionierung: Laderegler

- Das Solarmodul liefert im Extremfall 8,36 A Kurzschluss-Strom (Doppelt: 16,72)
 - Ein Laderegler mit maximalem Arbeitsstrom 20 A kann beide Module versorgen.
- Der Akku soll nur zu 50% entladen werden
 - Automatische Abschaltung einstellbar
- Lade-, Laststrom und Status sollen erkennbar sein



**Laderegler: 20 A, LCD-Anzeige,
konfigurierbare Abschaltung**

Dimensionierung: Fertig!



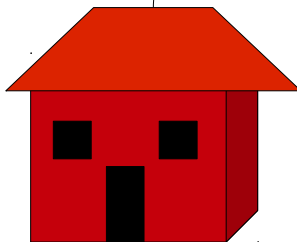
Solarmodule:

- Zweimal 130 Wp, 12 V



Laderegler:

- Ausgelegt für 20 A, 12 V
- Konfigurierbare Abschaltung
- Statusanzeige



Verbraucher



Akku:

- AGM (ausdünstungssicher)
- 75 Ah, 12 V

Montage

- Dach: Unerreichbar fern
- Wände: Verglast und vom Balkon des ersten Stockwerks überschattet
- Rasen: Module würden im Weg stehen
- Terrasse: Ein ganztägig sonniger Fleck ist frei!

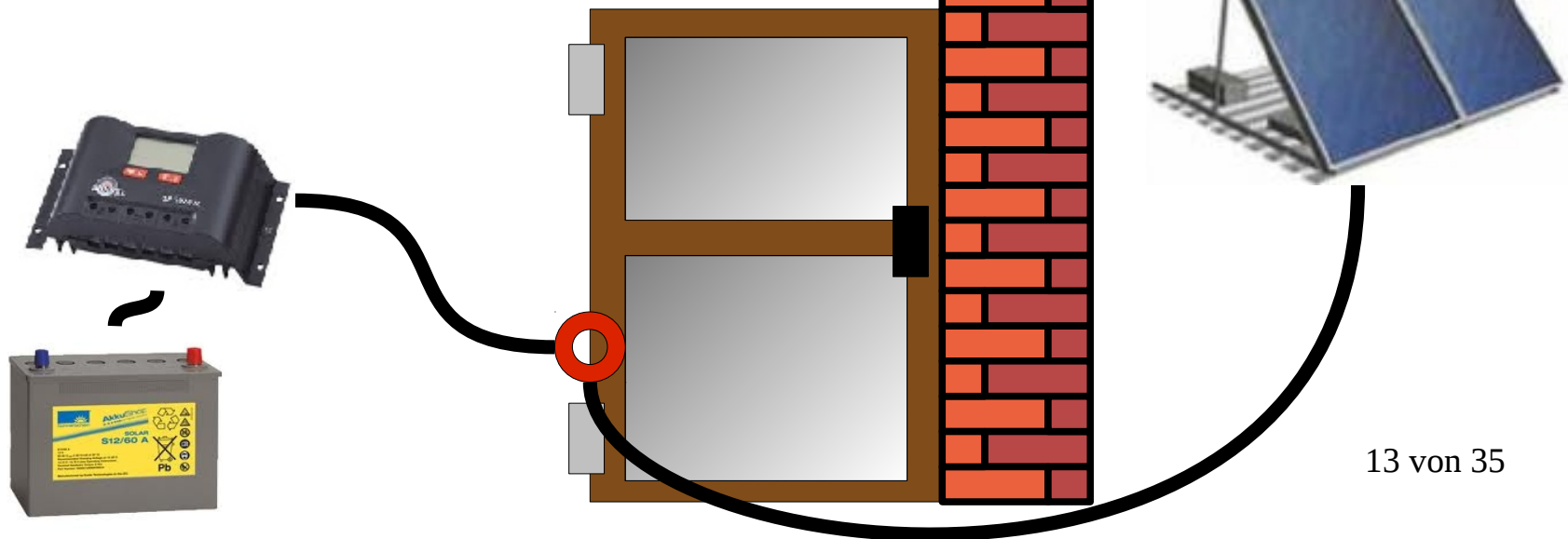
Montage: Boden

- Das Modul soll für optimalen Ertrag im Sommer senkrecht zur Sonne stehen.
- Hannover liegt etwa am 50. Breitengrad.
 - **Neigungswinkel = $90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$**
- Ein nachführbarer Mast wäre teuer und lässt sich hier schwer aufstellen.
- Die Module werden auf Dreiecke aus Alu-Profilen aufgeschraubt.

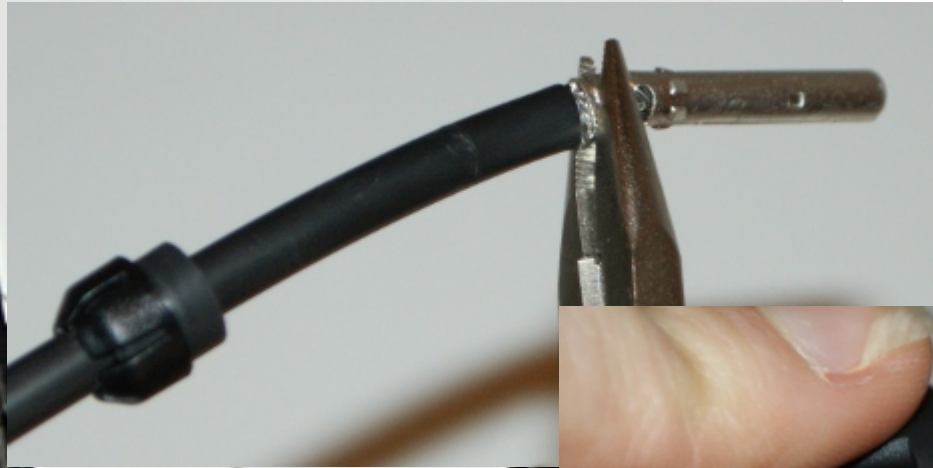


Verkabelung

- Draußen
 - Solarmodule (ach nee!)
- Drinnen
 - Laderegler – nicht wetterfest
 - Akku – lädt nicht bei Frost



Verkabelung: Modul anschließen



Verkabelung: Modul anschließen



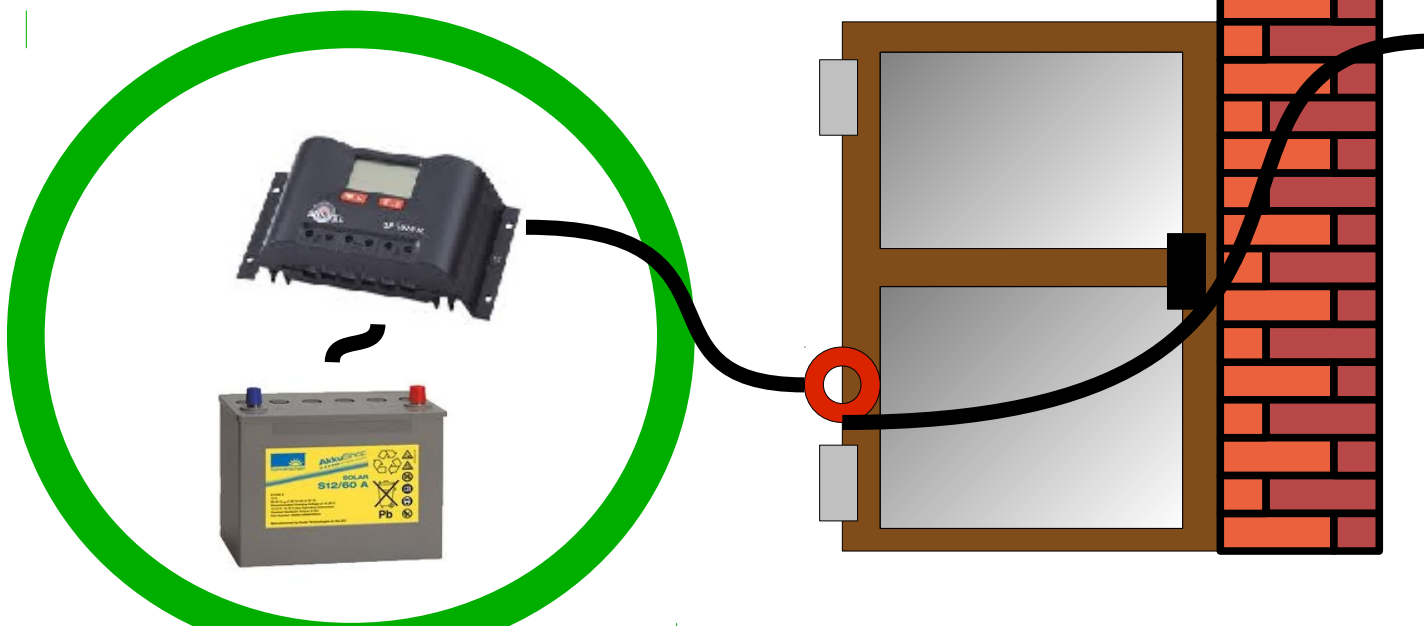


Rahmen:
Zwei Kerben rein feilen

Tür:
Schließen, Höhe der
Kerben anzeichnen,
Kerben rein feilen

Verkabelung

- Draußen
 - Solarmodule (ach nee!)
- Drinnen
 - Laderegler – nicht wetterfest
 - Akku – lädt nicht bei Frost



Verkabelung: Laderegler



Endlich: Strom vergeuden!

- 12V DC - Geräte: Netzteile einfach ersetzen.
- Andere DC - Geräte: Spannungsregler einbauen
- Ganz andere Geräte: Auto-Adapter oder Inverter

- Notebook mit Auto-Netzteil
- Router
- Kofferradio
- Diverse Ladegeräte

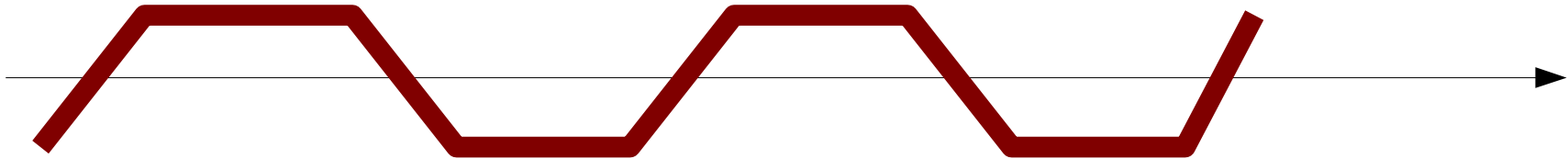


- Drucker
- E-Piano
- Mini-Ofen
- Eismaschine
- Kühlschrank
- und so weiter

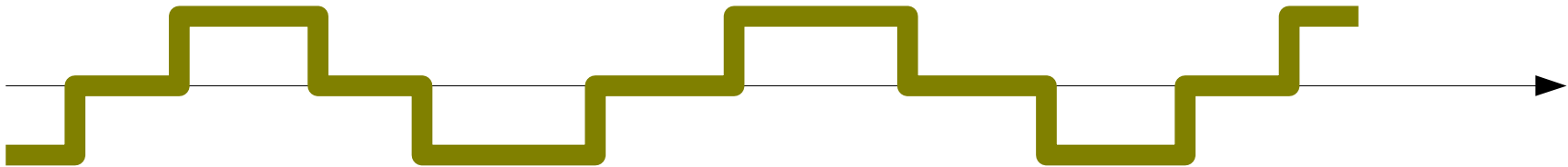


Wechselrichter (Inverter)

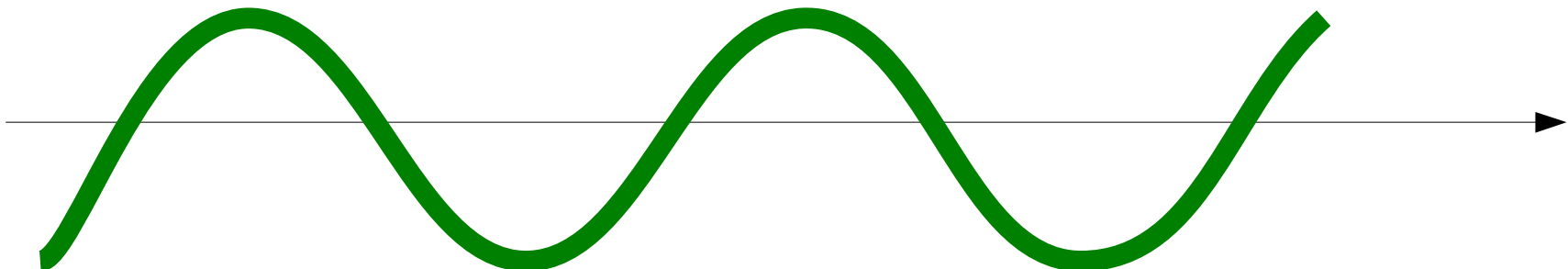
- Kastenspannung



- Modifizierter Sinus



- Echter Sinus

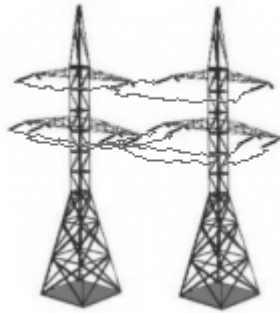


Integration in die Wohnung

- Alle Räume mit LED-Band oder Retrofits ausgerüstet, Trafos aus den Stehlampen ausgebaut, Raumbeleuchtung komplett mit 12V.
- Kleingeräte mit 12V-Eigang direkt an den Laderegler angeschlossen.
- Geräten mit Batteriefach einen Spannungsregler in selbiges eingebaut.
- Auto-Netzteil für Notebook besorgt.
- Leitung vom Wechselrichter in die Küche verlegt, für sparsame Küchengeräte.

Integration in die Wohnung

- Herd
- Waschmaschine
- und so weiter



260 Wp

- LED-Lampen
- Notebook
- Router
- Radio
- Diverse Ladegeräte



260 W



- Drucker
- E-Piano
- Kühlschrank
- Mini-Ofen
- und so weiter



800 W (1600 W)



75 Ah

Erste Beobachtungen

- Leistung bei Mittagssonne
 - Die Module liefern 19A, wenn eine größere Last anliegt (z.B. Mini-Ofen, 280W). Ohne Last und bei fast vollem Akku ist der Ladestrom begrenzt.
- Das Funkgerät sollte nicht am Laderegler betrieben werden, weil zu oft die Spannung einbricht
 - Betrieb mit zwei Li-Akkus im Wechsel.
- Wetter: 7 Tagen Dauerregen
 - Raumbelichtung und 2-3 Stunden Notebook-Betrieb pro Tag kein Problem

Zweite Beobachtungen

- Wenn der Akku am Vormittag schon 14V hat,
- nachts um eins das Notebook keinen Strom mehr bekommt,
- der Kühlschrank bei Sonnenuntergang ans Stromnetz umgesteckt werden muss,

dann ist der Akku zu klein.

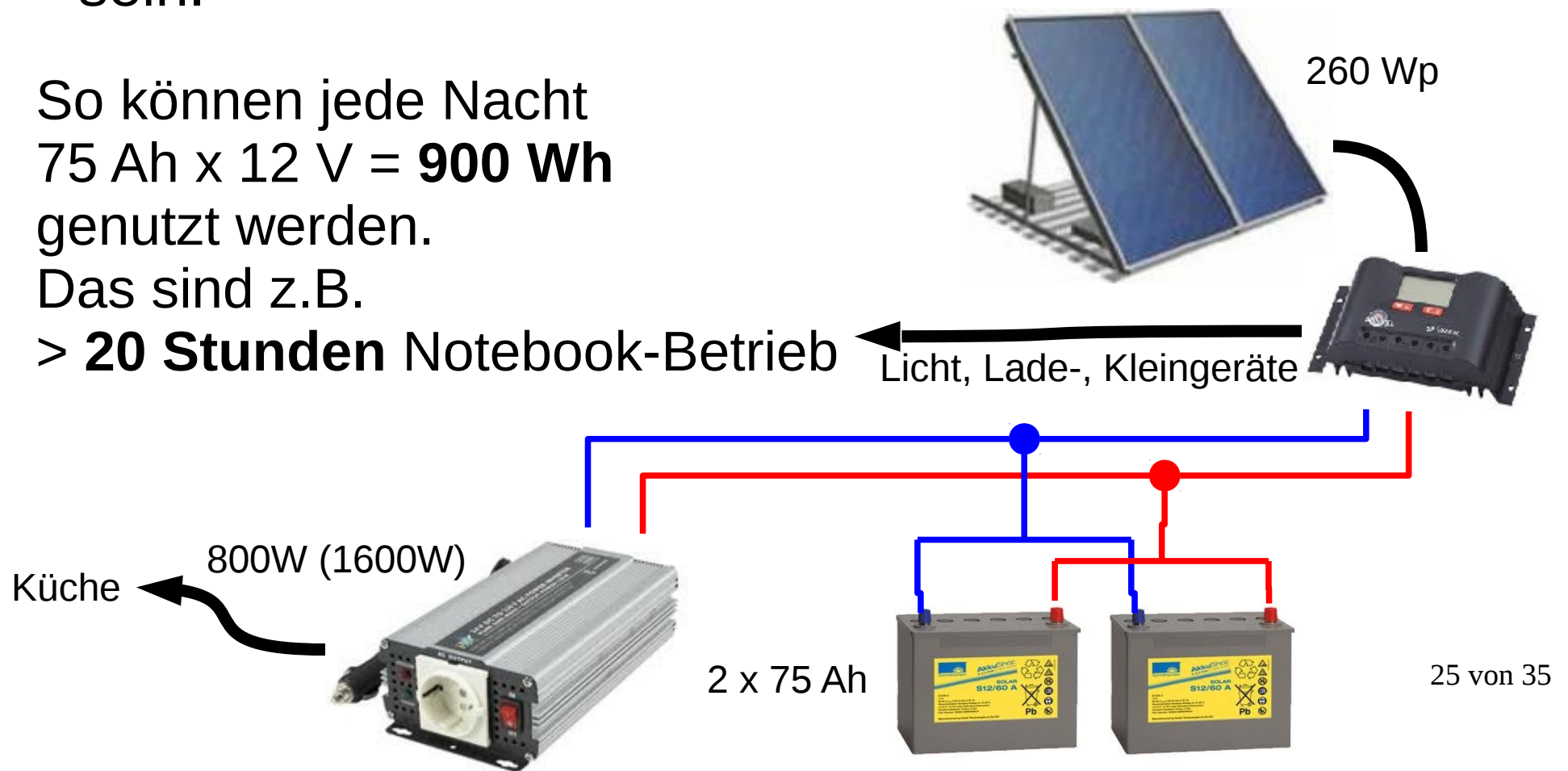
Zweiter Ausbauschritt

- Der Laderegler kann einen zweiten Akku mitversorgen.
- Kapazitäten und Kabellängen sollten möglichst gleich sein.

So können jede Nacht
 $75 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} = \mathbf{900 \text{ Wh}}$
genutzt werden.

Das sind z.B.

> **20 Stunden** Notebook-Betrieb



Schoko-Beobachtungen

- Kühlschrank: Läuft einwandfrei.
- Mühle: Hat ein Problem mit dem Anlaufstrombegrenzer des Inverters.
 - Getreide kann im ersten Durchlauf nur geschrotet werden, wird im zweiten Lauf kuchenfein.
- Ofen: Ein als „Müsli Maker“ vertriebenes Gerät nimmt nur 280 Watt auf. Läuft bei Sonne einwandfrei, nach 20 min muss der Akku kurz nachgeladen werden.

Schoko-Beobachtungen



Boden einer kaputten Springform

Tisch-Ofen „Müsli Maker“

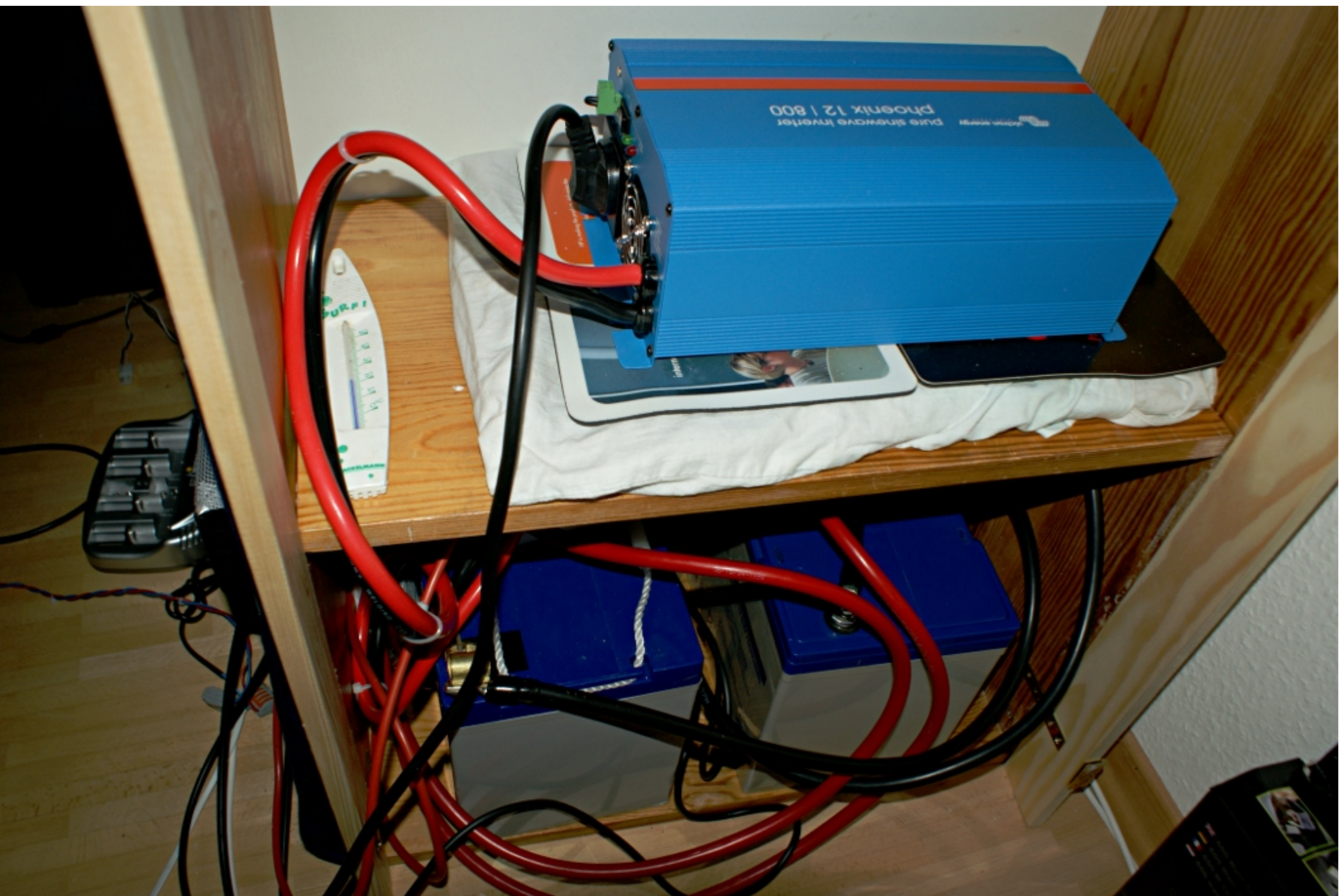
Nachbar-Beobachtungen

Wie sieht das bloß aus?!

- Im Garten
 - Solarmodule fügen sich in Blumendeko ein, bieten überdachten Stauraum und Schatten für Pflanzen.
- Im Wohnzimmer
 - Akkus und Inverter verstecken sich in einem kleinen Schrank neben dem Fenster.







Langzeitbeobachtungen

- Akkus entladen ungleichmäßig.
 - Lösung: Durch einen Akku (mind. 130Ah) ersetzen.
- Mittags fällt mehr Leistung an, als sich speichern lässt. Morgens/Abends dagegen zu wenig.
 - Ausrichtung als „Morgen-Modul“, „Abend-Modul“.
 - Jedes Modul hat eine andere optimale Tageszeit.
 - Möglichst lange irgendein Ladestrom vorhanden.

Upgrade



Upgrade



Morgen-Modul
zeigt leicht nach Osten.

Abend-Modul
zeigt leicht nach Westen.

Vielen Dank!

