



Bauanleitung USB-Solarkoffer



Hinweis

Diese Anleitung zeigt, wie ein USB-Solarkoffer gebaut wird. Zudem gibt es am Schluss Tipps zu dessen Nutzung.



Sicherheitshinweis

Der Bau des Koffers ist relativ kompliziert und benötigt Elektronik- und Lötkenntnisse.

Der Koffer enthält Akkus¹ und andere Teile, die unter Spannung stehen. Bei unvorsichtiger Manipulation können Funken entstehen (Brandgefahr) oder im Extremfall könnten sich die Lithium-Akkus selbst entzünden. Alle Arbeiten müssen von einer Person durchgeführt werden, die Erfahrung im Herstellen von Elektronikplatinen hat und die Vorsichtsmassnahmen für die Handhabung von Lithium-Ionen-Stromspeichern kennt.



Material

Für den Bau brauchst du folgende Materialien:

- Leerer Koffer
- Solarpanel 6V (12 Zellen in Serie)
- 1-3 Lithium-Ionen Akkus der Grösse 18650²
- 1-3 Batteriehalter der Grösse 18650
- 1 Sicherungshalter mit Sicherung (5A oder 10A)
- 1 Lademodul für Lithium-Ionen Akkus («USB 5V 1A 18650 TP4056 Lithium Battery Charger Module»)
- 2-3 Schalter
- 2-3 Step-up USB-Module («DC-DC 2.5V-5.5V To 5V 2A Step Up Power Module»)
- 1 LED-Lampe (5V) mit Kabel und USB Stecker
- Kabel rot und schwarz
- Lötzinn
- Isolierband
- Material, um die Elemente im Koffer zu befestigen (Kabelbinder, kleine Schrauben, doppelseitiges Klebeband, etc.)
- Sperrholzstücke, 9mm dick

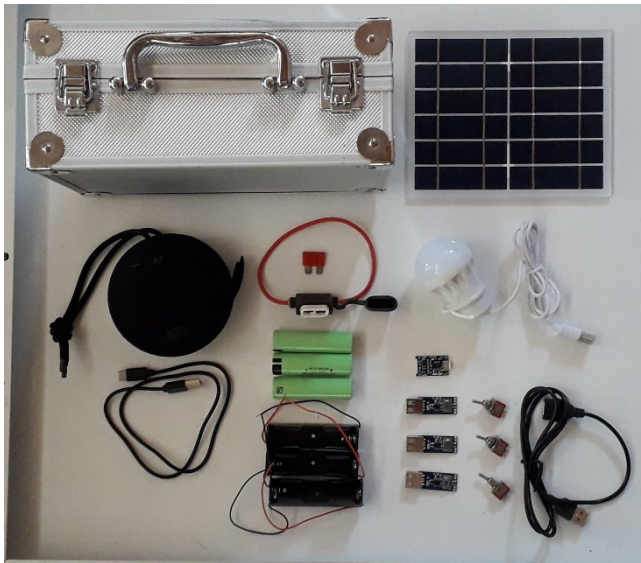
Optional:

- 1 Kleines digitales Voltmeter («Digital LED Mini Display Module DC0-100V Voltmeter», «3 line» auswählen)
- 1 Tastschalter «normally off»
- 1 Bluetooth-Lautsprecher mit Ladekabel

1 Akkus oder Akkumulatoren = wiederaufladbare Batterien. Allerdings werden im Alltag Akkus oft einfach «Batterien» genannt. Auch in diesem Text sprechen wir abwechselnd von Akkus und Batterien und meinen damit dasselbe.

2 18650 ist eine typische Grösse von Akkumulatoren, die z.B. in Laptops oder E-Bikes eingesetzt werden. Durchmesser: 18mm; Länge: 650mm

- USB-Verlängerungskabel
- Lüsterklemmen



Der Koffer und alle Bauteile.



Werkzeuge

Für den Bau brauchst du folgende Werkzeuge:

- Lötkolben
- Zangen
- Abisolierzange
- Messer
- Multimeter
- Säge oder Stichsäge
- Bohrmaschine mit Bohrern
- Schraubenzieher
- Schleifpapier

Optional:

- Acrylfarbe
- Pinsel
- Silikon
- Schrumpfschlauch

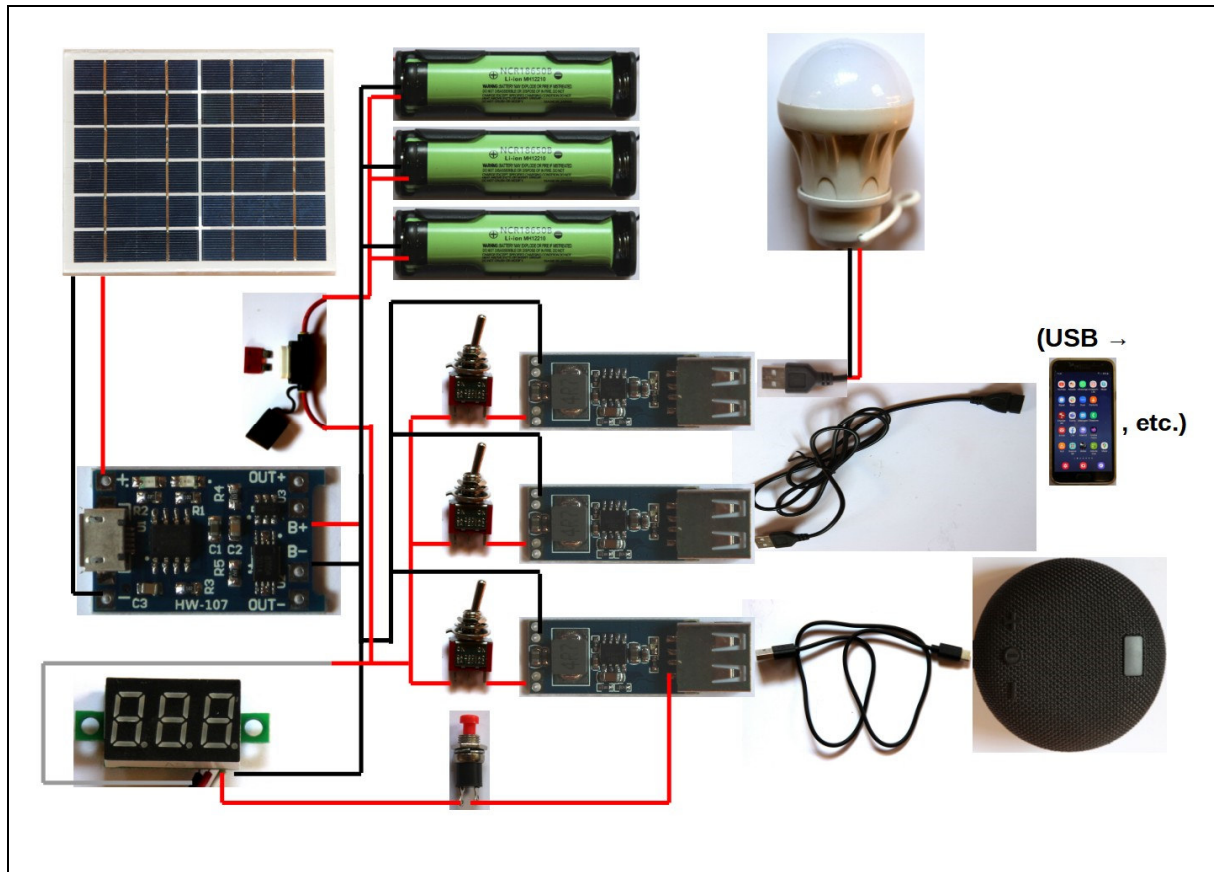


Schritt für Schritt Bauanleitung

Schritt 1: Bauteile bereitstellen und elektrisches Schema zeichnen

Zuerst suchen wir alle Bauteile zusammen. Dann zeichnen wir das Schema für *unseren* Solarkoffer mit exakt denjenigen Bauteilen, die wir verwenden werden.

Die folgende Grafik zeigt ein mögliches Schema für eine sehr komplette Variante des Koffers, die über drei USB-Module verfügt (je eines für die LED-Lampe, für einen Bluetooth-Lautsprecher und für eine USB-Steckdose, an der Handys etc. geladen werden können. Zusätzlich zeigt es auf Knopfdruck die Spannung der Akkumulatoren an.



Erklärungen zur Grafik:

Das **Lademodul** verhindert die gefährliche Überladung der Akkumulatoren. Es wird mit dem Solarpanel und mit den Akkus verbunden.

Die **Akkus** sind parallel geschaltet³. D.h. die Nennspannung bleibt 3,6V, unabhängig davon, ob 1, 2 oder 3 Stück eingebaut sind.

Die **USB Module** beziehen ihren Strom direkt von den Akkus. In jeder positiven Leitung befindet sich ein Schalter, der das Modul ein- oder ausschalten kann.

Das optionale **Spannungsmodul** (kleines digitales Voltmeter) benötigt 5V für seine eigene Elektronik. Deshalb wird es von einem der USB Module gespeist (das rote, positive Kabel des Moduls wird an einen positiven Ausgang des Moduls angelötet). Gleichzeitig muss es die Spannung der Batterie messen (das meist weisse «Messkabel» des Moduls wird mit der positiven Batteriespannung verbunden). Das schwarze, negative Kabel wird mit der negativen Batteriespannung verbunden. Der Tastschalter unterbricht die positive 5V-Speiseleitung.

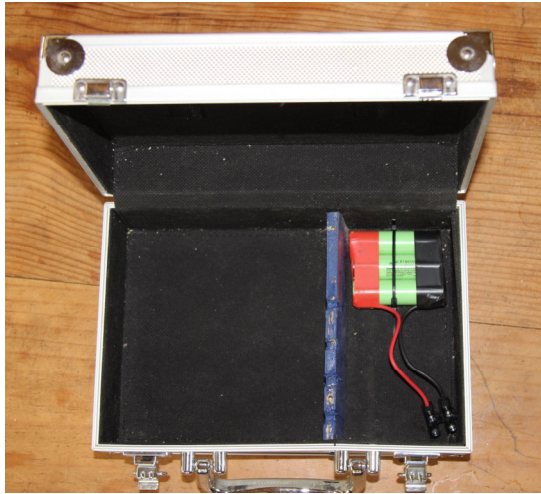
Das **USB-Verlängerungskabel** ermöglicht, das USB-Modul versteckt einzubauen und die Steckdose besser zugänglich zu machen.

Schritt 2: Koffer und Grundplatte vorbereiten

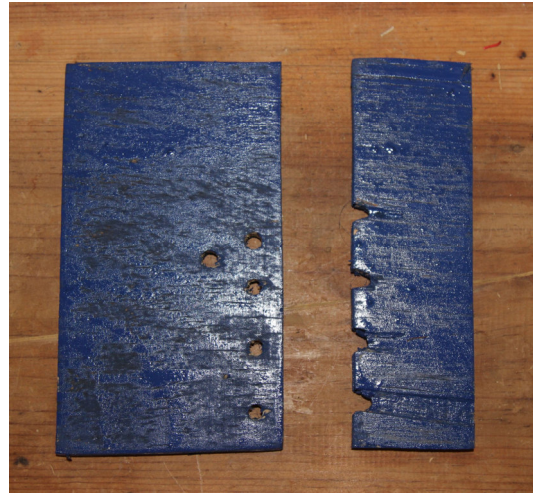
Es stellt sich die Frage wo und wie wir die einzelnen Elemente im Koffer installieren wollen. Denn gleichzeitig soll auch noch etwas Platz für Accessoires, Kabel, etc. bleiben. Meist bauen wir aus Sperrholzstücken eine Grundplatte, die etwas erhöht eingebaut wird. Darunter bleibt Platz für die

³ Warnung: Wenn Li-Ionen Batterien *in Serie* geschaltet werden, um eine höhere Spannung zu erreichen, **muss** zusätzlich ein sogenanntes BMS (battery management system) eingebaut werden. Bei *Parallelschaltung* ist das nicht nötig.

Elektronik und die Batterien. Wir bohren und sägen die nötigen Löcher und Öffnungen für die Schalter, Kabel etc. Nun können wir die Sperrholzteile bemalen.



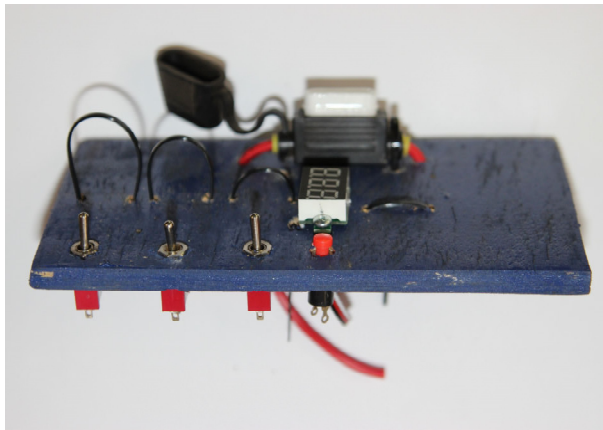
Der rechte Teil des Koffers (Breite des Batteriepakets) wird die Grundplatte tragen.



Grundplatte und Trennwand.

Schritt 3: Elemente an ihrem Ort befestigen

Wir montieren alle Elemente an ihrem Platz und probieren, ob sich der Koffer noch schliessen lässt.

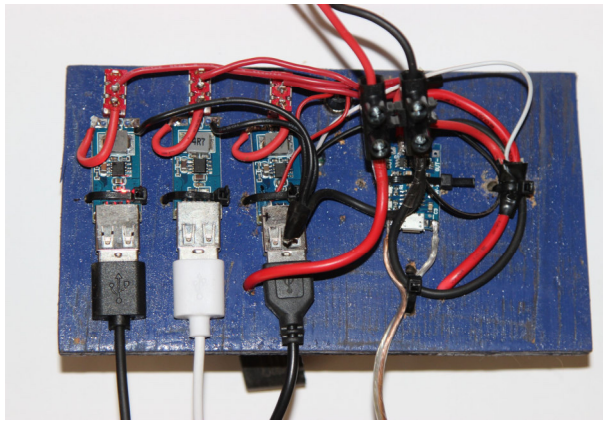


Oberseite mit Schaltern, Sicherung, Spannungsmodul, Kabelbindern.

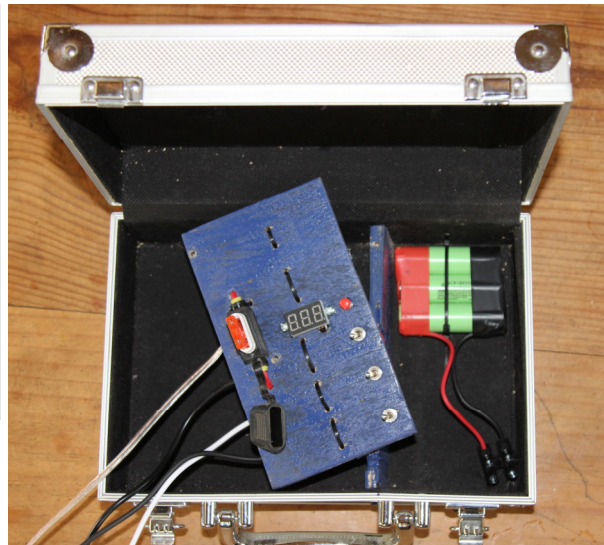
Schritt 4: Kabel einlöten

Vorsicht: Während dem Bau der Elektronik lassen wir die Batterien noch beiseite und stecken auch noch keine Sicherung ein. Wir löten alle Kabel gemäss unserem Schema. Dabei benützen wir, wo immer möglich, rote bzw. schwarze Kabel für die positiven bzw. negativen Verbindungen. Alle «blanken» Metallteile (Lötstellen etc.) werden mit Schrumpfschlauch oder Isolierband isoliert. Am Schluss vergleichen wir noch einmal jede Verbindung mit unserem Schema.

Falls das Solarpanel noch kein Kabel hat, löten wir jetzt ein Kabel an die Lötflanken oder Lötstellen auf der Rückseite des Panels. Die Lötstellen decken wir mit Silikon ab, um sie gegen Wasser und Kurzschluss zu schützen.



Unterseite mit 3 USB-Modulen und dem Lademodul; die Kabel sind angelötet.



Oberseite und Blick auf das Batteriepaket darunter.

Schritt 5: Testen

Wir stellen alle Schalter auf OFF und setzen die Batterien in ihre Halterungen. Anschliessend setzen wir die Sicherung ein. Nach und nach testen wir alle USB-Ausgänge, indem wir jeweils einen Schalter einstellen und die Funktion ausprobieren (Licht an? Handy lädt? etc.). Normalerweise leuchtet eine kleine LED auf dem ausgewählten USB-Modul. Im Zweifelsfall testen wir mit einem Multimeter (in Position DC Volt) wie weit die Spannung der Batterie reicht und wo allenfalls eine Verbindung unterbrochen ist.

Zum Schluss legen wir das Panel in die Sonne. Normalerweise leuchtet eine kleine LED auf dem Lademodul. Wir können die Batteriespannung jetzt messen und eine Stunde später nochmals. Steigt die Spannung an? Falls ja, ist alles in Ordnung. Falls nein, müssen wir nochmals die Verbindungen zwischen Panel und Koffer überprüfen und evtl. neu löten.

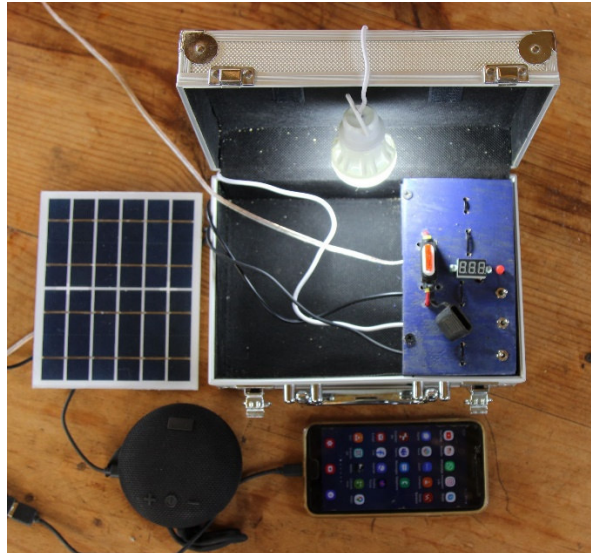
Schritt 6: Bedienungsanleitung

Es ist sinnvoll, eine kleine Bedienungsanleitung zu schreiben für genau *unseren* neuen Solarkoffer. Die Praxistipps weiter unten können Bestandteil dieses Dokuments sein. Die Anleitung legen wir in den Koffer für andere Benutzerinnen und Benutzer (bzw. für uns selbst).

In diese Anleitung gehört auch die Liste der eingebauten Teile und die Skizze des elektrischen Schemas.



Der USB Solarkoffer mit verstaute Panel, Lautsprecher und Kabeln.



Der Koffer lädt gleichzeitig ein Handy und den Lautsprecher, währenddem die LED-Lampe funktioniert.

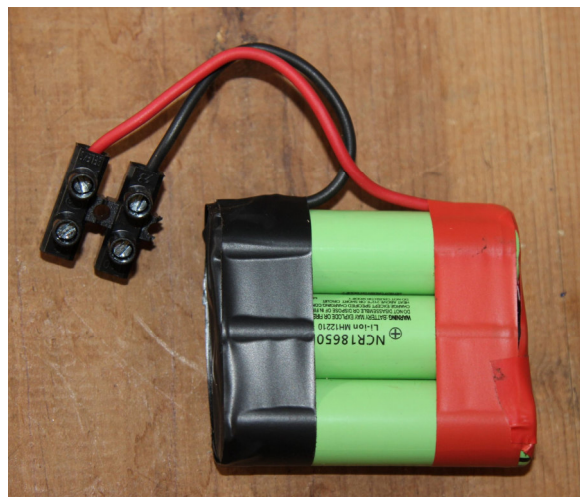
Option für Experten und Expertinnen: Lithium-Ionen-Akkus Punktlöten

Wer Erfahrung hat mit Punktlöten von Metallstreifen auf Lithium-Ionen-Batterien und über das nötige Gerät sowie Nickelstreifen verfügt, kann zwei oder drei Akkus mit Metallstreifen verbinden und so ein Batteriepaket («battery pack») bauen statt Batteriehalter zu verwenden. Am Schluss löten wir «klassisch» je ein Kabel an zwei Enden der Metallstreifen. Die entsprechende Lötstelle muss *neben* der Batterie selbst sein.

Warnung: Löten von Lithium-Ionen-Akkus ist gefährlich, weil sich die Akkus entzünden können⁴. Auch ohne Unfall kann Erhitzen der Lötstelle beim Löten eine Batterie zerstören. Nur die Technik des Punktlötens («spot welding») vermeidet die Überhitzung der Lötstelle.



Ein «spot welder» kann Nickelstreifen an Akkus löten, ohne diese zu überhitzen.



Das fertige und abgesicherte Batteriepaket.

⁴ Brennende Akkus können nicht mit Wasser gelöscht werden! Nur ein spezieller Feuerlöscher oder trockener Sand dürfen eingesetzt werden..



Praxistipps zum Gebrauch

- Jederzeit, wenn Sonnenlicht auf das Solarpanel fällt, laden sich die Batterien des Koffers.
- Das Solarpanel muss zum Aufladen in der *vollen* Sonne liegen, sonst dauert das Laden viel länger. Aufladen mit Kunstlicht oder bei dunklen Wolken bringt fast nichts.
- Der Koffer selbst sollte immer im Schatten liegen. Batterien und Elektronik schätzen die Hitze nicht.
- Mit einem Panel eines Nennstroms von 500mA können wir grob geschätzt eine Batterie in einem Sonnentag komplett laden. Ein Batteriepaket von 2 oder 3 Batterien benötigt 2 oder 3 Sonnentage.
- Es besteht keine Gefahr, die Akkus zu überladen. Die Elektronik kümmert sich darum, die Panels auszuschalten, sobald die Akkus voll sind.
- Der Koffer kann zur Not am Netz mit einem Handyladegerät und -kabel geladen werden, welches in das Lademodul eingesteckt wird.
- Im Gegensatz zu einer Powerbank kann unser Solarkoffer gleichzeitig geladen und entladen (benutzt) werden.
- Um Strom zu sparen, stellen wir die jeweiligen USB Ausgänge nur ein (mit dem Schalter), solange wir sie benützen; jeder Ausgang hat einen kleinen «stand-by» Verlust, wenn er nicht ausgeschaltet wird.
- Eine volle Batterie kann ohne Sonne grob geschätzt ein Smartphone oder einen kleinen Lautsprecher einmal komplett aufladen. Oder sie kann die Lampe zwei Stunden lang brennen lassen. (2 oder 3 Batterien bringen 2 oder 3 mal mehr Strom.)
- Um die Spannung der Batterien zu messen, müssen wir zuerst den einen USB Ausgang einschalten, der den Spannungsmesser selbst mit Strom versorgt. Danach wird auf Knopfdruck die Spannung angezeigt.
- Die Batteriespannung zeigt den Ladezustand: 4,1V = Akkus komplett voll; 3,6V = Akkus halb voll; 3V = Akkus müssen aufgeladen werden.
- Bei 2,5V schaltet die Elektronik im USB-Modul den Strom automatisch aus. Bei 4,1V schaltet die Elektronik im Lademodul automatisch das Solarpanel aus.
- Was tun bei längerem Nichtgebrauch? Am besten laden wir die Batterien zuerst voll auf ($\geq 4.0V$). Danach verstauen wir das Panel im Koffer, damit möglichst kein Licht darauf fällt. *Danach* entfernen wir die Sicherung. Bei Wieder-Inbetriebnahme des Koffers *zuerst* die Sicherung einsetzen, *danach* das Panel ins Licht legen.