



Arduino, ESP und Co. mit Akkus aus Einweg-Vapes betreiben

In E-Zigaretten dienen Lithium-Ionen-Akkus als Energiequelle. Ist die Zigarette aufgeraucht, landen sie im Müll. Es sei denn, Sie geben ihnen in Bastelprojekten ein zweites Leben. Das schont den Geldbeutel und die Umwelt.

von Dr. Till Harbaum

Kleine Arduino-Bastelprojekte mobil betreiben zu können, kann sehr praktisch sein. Die dazu nötige Energie kommt in der Regel aus Akkus, deren Preis den des eigentlichen Projekts schnell übersteigen kann. Einen Akku extra für ein ggf. selten benutztes Projekt anzuschaffen, lohnt häufig nicht und wäre oft unnötige Ressourcenverschwendung. Was kaum jemand weiß: In handelsüblichen Einweg-Vapes dienen Lithium-Ionen-Akkus als Energiequelle. Ihnen in Bastelprojekten ein zweites Leben zu geben, schont den Geldbeutel und vermeidet, dass kostbare Rohstoffe im Müll landen. Fragt man im Freundes- und Kollegenkreis herum, dann hat man schnell eine kleine Sammlung leergedampfter Vapes beisammen. Dem Besitzer erspart man damit immerhin die fachgerechte Entsorgung. Dass in Einmal- und Wegwerfprodukten überhaupt wertvolle Lithium-Ionen-Akkus stecken, überrascht zunächst. Der Grund liegt im hohen Strombedarf der in den Vapes verbauten Aroma-Verdampfer, den übliche Einwegbatterien nicht liefern können.

Eine Einweg-Vape ist sehr einfach aufgebaut und besteht aus drei wesentlichen Komponenten: Ein Heizelement in einem kleinen Aromatank ist über einen Durchflussschalter mit dem bereits erwähnten Akku verbunden. Saugt der Nutzer am Gerät, dann schließt der Luftstrom den Schalter, der Akku versorgt das Heizelement mit Energie und der Aromadampf entsteht. Die zum Verdampfen nötige Energie ist recht hoch und der Akku belegt etwa den halben Platz in der Vape. Auch an den Herstellungskosten der Vape dürfte der Akku den wesentlichen Anteil haben.



Praktischerweise lassen sich die Vapes leicht demontieren. Mundstück und Endkappe lassen sich mit einer Zange einfach abziehen und das Innenleben herausziehen (Bild 1). Dass das gesamte Innenleben das süßliche Aroma angenommen hat, darf einen dabei nicht stören. Der Akku ist nur über zwei dünne Kabel mit dem Rest verbunden und ist mit dem Seitenschneider schnell freigelegt. Den Akku mit Alkohol abzuwischen mildert den Geruch etwas ab, aber beim späteren Anlöten von neuen Kabeln wird trotzdem ein heftiger Aromastöß unvermeidlich sein.

Mir sind in Vapes zwei Akku-Bauformen begegnet: Die etwas häufiger anzutreffende Variante in 13400er-Bauform hat einen Durchmesser von 13mm, ist 40mm lang und hat eine Kapazität von gut 2Wattstunden bzw. 550mAh. Die kleinere Variante kommt bei ebenfalls 13mm Durchmesser aber einer Länge von nur 30mm auf 1,33Wh bzw. 360mAh (Bild 2). Beides sind Kapazitäten, mit denen sich im Arduino-Umfeld einiges erreichen lässt. Ein Arduino-Nano nimmt ca. 125 Milliwatt auf und lässt sich aus dem großen Akku gut 16 Stunden betreiben, während der kleine Akku für immerhin zehn Stunden gut ist. Da man selten den Ar-

Kurzinfo

- » **Akkus aus Einweg-E-Zigaretten ausbauen**
- » **ESP-Boards aus Lithium-Akkus versorgen**
- » **Schaltung für Mini-Arcade aus Make 4/23**

Checkliste

-  **Zeitaufwand:**
1 Stunde
-  **Kosten:**
ab 1 Euro

Material

- » alte Einweg-E-Zigarette
- » Laderegler


Werkzeug

- » Lötausrüstung
- » kräftige Zange

Mehr zum Thema

- » Dr. Till Harbaum: Galagino, Make 4/23, S. 38
- » Clemens Verstappen: Kapazitätsmessgerät für Powerbanks und Akkuzellen, Make 1/20, S. 100
- » Jan Wegener: Lithium-Ionen-Akkus testen und wiederverwenden, Make 2/21, S. 70

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xe6v



duino alleine nutzt, kommt dazu natürlich der Strombedarf der verwendeten Peripherie. Aber selbst ein ESP32 mit kleinem TFT-Display und einer Stromaufnahme von 200mA bzw. einer Leistungsaufnahme von einem Watt hält mit dem großen Vape-Akku gut zwei Stunden durch. Für eine kleine mobile Spielkonsole ist das ein durchaus brauchbarer Wert.

Gerade bei kostenlosen Akkus liegt es nahe, mehr als einen Akku zu verbauen. Ein zuverlässiges paralleles Laden und Entladen von mehr als einer Zelle ist aber nicht trivial

und erfordert eine Auswahl exakt zueinander passender Zellen, was bei Akkus aus unbekanntem und unterschiedlichen Quellen kaum möglich ist. Wir raten daher davon ab, mehrere Vape-Akkus parallel zu betreiben.

Etwas zusätzliche Elektronik

Mit dem Akku alleine ist es aber noch nicht getan. Für den Betrieb am Arduino/ESP fehlen noch drei Dinge: Der Akku muss aufgeladen werden, er muss dem Mikrocontroller eine



Bild 1: Der Akku ist neben der Gehäusehülle das größte und vermutlich teuerste Bauteil einer E-Zigarette.



Bild 2: Diese beiden Akkuformen findet man meist beim Ausschichten.

passende Betriebsspannung liefern und er sollte vor Tiefentladung geschützt werden. Für all diese Aufgaben gibt es kleine und billige Elektronikmodule im Online-Handel. Um die Handhabung möglichst einfach zu halten, bietet sich eine Ladung per USB an. Als Ausgangsspannung für den Arduino und seine Kollegen sind 5 Volt häufig praktisch, denn

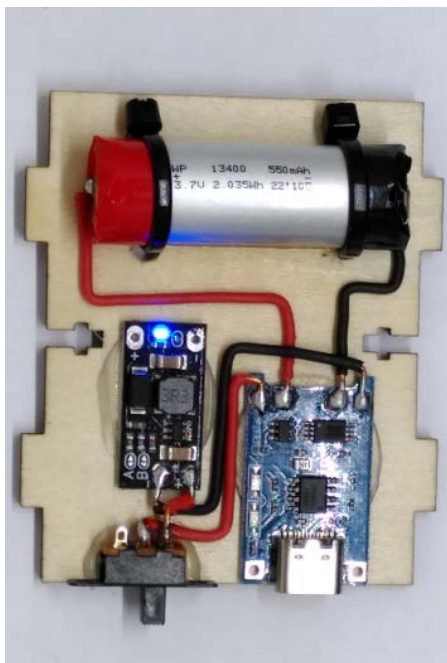


Bild 4: Die Akku-Stromversorgung für den kleinen Spielautomat Galagino: Oben der Akku, darunter links der Spannungswandler, rechts die Lade-Elektronik.

selbst wenn die eigentlichen Mikrocontroller mit niedrigeren Spannungen arbeiten, sind die Experimentierplatinen in der Regel auf eine 5-Volt-Versorgung via USB ausgelegt. Als dritte Komponente verhindert eine einfache Schutzschaltung, dass der Akku durch Tiefentladung beschädigt wird. Vapes enthalten solch eine Schaltung nicht, aber bisher habe ich es nicht erlebt, dass der Akku einer Vape tatsächlich leer war. Der Aromatank hat offensichtlich immer vorher aufgegeben und der Akku ist nie Gefahr gelaufen, tiefentladen zu werden.

Genau diese drei Aufgaben erfüllt die Elektronik in einer handelsüblichen Power-Bank und so verwundert es auch nicht, dass sich im Fernost-Versand eine breite Palette von kleinen Modulen findet, die über je einen USB-Anschluss zum Laden und Entladen verfügen und sich direkt an den Li-Ionen-Akku anschließen lassen (Bild 3). Es gibt aber auch reine Lademodule und Module, die eine andere Ausgangsspannung als 5 Volt liefern können. Auch eine Batterieschutzschaltung ist nicht immer integriert und muss ggf. separat nachgerüstet werden.

Ich habe mehrere Varianten im Einsatz. Einen ESP32-basierten Spielautomaten betriebe ich an einem USB-C-Lademodul mit integriertem Batterieschutz sowie einem separaten 5-Volt-Wandler zur Erzeugung der Ausgangsspannung (Bild 4).

Einige meiner Arduinos nutzen dagegen ein etwas älteres Micro-USB-basiertes Modul, das Lade- und 5-Volt-Entladeschaltung integriert, dafür aber keine Schutzschaltung mitbringt, sodass diese an der Batterie nachgerüstet wurde (Bild 5). Eine separate Erzeugung

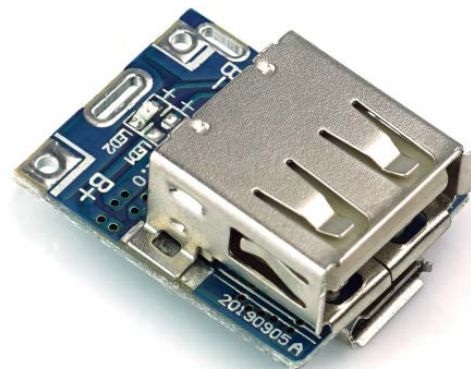


Bild 3: Im Online-Handel kostet so eine Powerbank-Elektronik nur etwas mehr als ein Euro.

der Ausgangsspannung hat den Vorteil, dass man einen Schalter zwischen Akku und Spannungswandler legen kann. Im abgeschalteten Zustand belastet so der Eigenverbrauch des Wandlers den Akku nicht und die 5 Volt werden nur dann bereitgestellt, wenn der Verbraucher auch tatsächlich genutzt wird. Wirklich kritisch ist das nicht, denn der Eigenverbrauch der integrierten Lösungen ist so gering, dass der Akku auch nach Wochen nur einen Bruchteil seiner Ladung auf diesem Weg verloren hat.

Das Ladegerät

Ein Aspekt, den man unbedingt im Auge haben sollte, ist der Ladestrom. Die verschiedenen Lademodule unterscheiden sich deutlich im Ladestrom, der je nach Modell meistens zwischen 500mA und 2A liegt. Es scheint natürlich verlockend, einen höheren Ladestrom zu nutzen, füllt ein 2A-Lader doch selbst den großen Akku rein rechnerisch in guten 15 Minuten auf. In der Praxis senken die Lader aber mit steigender Füllung den Ladestrom, so dass man auch mit einem 2A-Lader eher mit einer Ladezeit von 30 Minuten bis zu einer Stunde rechnen muss. Kann die USB-Quelle die 2A auch zu Beginn nicht liefern, dann dauert es entsprechend länger. Auch wenn die ursprüngliche USB-Spezifikation maximal 500mA vorgesehen hat, können auch ältere USB-Ladegeräte häufig höhere Ströme liefern. Aber selbst mit 500mA ist der Akku nach einer guten Stunde wieder voll, was für viele Anwendungen absolut akzeptabel ist.

Nachteilig bei einem hohen Ladestrom ist, dass man ggf. die Fähigkeiten des Akkus überschreitet und auch die eher simplen Lademodule erwärmen sich selbst stärker, je mehr Ladestrom sie liefern. Wer auf Nummer Sicher gehen will, nutzt einen geringeren Ladestrom. 500mA ist für eine 550mAh-Batterie in der Regel ein sicherer Wert. Er lässt sich entweder beim Kauf des Lademoduls passend berücksichtigen, oder aber man passt sein Modul entsprechend an. Meistens muss dafür nur ein Widerstandswert geändert werden. Welcher Widerstand dafür auf welchen Wert geändert

werden muss, ist mithilfe des Datenblatts des auf dem Modul verwendeten Lade-ICs herauszufinden. Sehr häufig kommen preisgünstige Typen wie der TP4056 (bei reinen Lademodulen) oder der TP5400 (bei Modulen mit integrierter Ausgangsspannungserzeugung zum Einsatz. Die passenden Datenblätter sind leicht zu finden.

Ebenfalls beachten sollte man die maximale Ausgangsleistung, die der Spannungswandler liefern kann. Einfache Schaltungen auf Basis z.B. des MC34063 oder des SB6286 können zwar Ausgangsströme von bis zu 2A sehr effektiv, also ohne größere eigene Verluste, erzeugen. Bei den Preisen dieser Module im niedrigen Eurocent-Bereich sparen die Hersteller aber, wo sie können, und knapp bemessene Spulen und Kondensatoren führen ggf. dazu, dass die Ausgangsspannung unter hoher Last nicht sehr stabil ist. Für den Betrieb eines Arduino oder ESP32 mit einfacher Peripherie reicht es in der Regel dennoch. Bei größeren Lasten empfiehlt es sich, die Stabilität der Ausgangsspannung mit einem Oszilloskop zu überprüfen.

Stimmt man den Akku-Aufbau auf das verwendete Controllerboard ab, dann lässt sich häufig noch etwas mehr Laufzeit herauskitzeln. Während die Wandlung der Akkuspaltung auf die 5 Volt für den Arduino durch effiziente Boost-Wandler erfolgt, wird auf vielen Mikrocontroller-Platinen die 5-Volt-Spannung durch einfache Längsregler wieder reduziert, z. B. auf 3,3 Volt für einen ESP32. Bei diesem Schritt gehen 30% der Energie im Regler verloren. Effizienter wäre es, die 3,3 Volt für den ESP32 direkt aus der Batteriespannung zu erzeugen, ohne den Umweg über 5 Volt zu gehen. Einige Controller und Peripheriekomponenten lassen sich sogar direkt am Akku

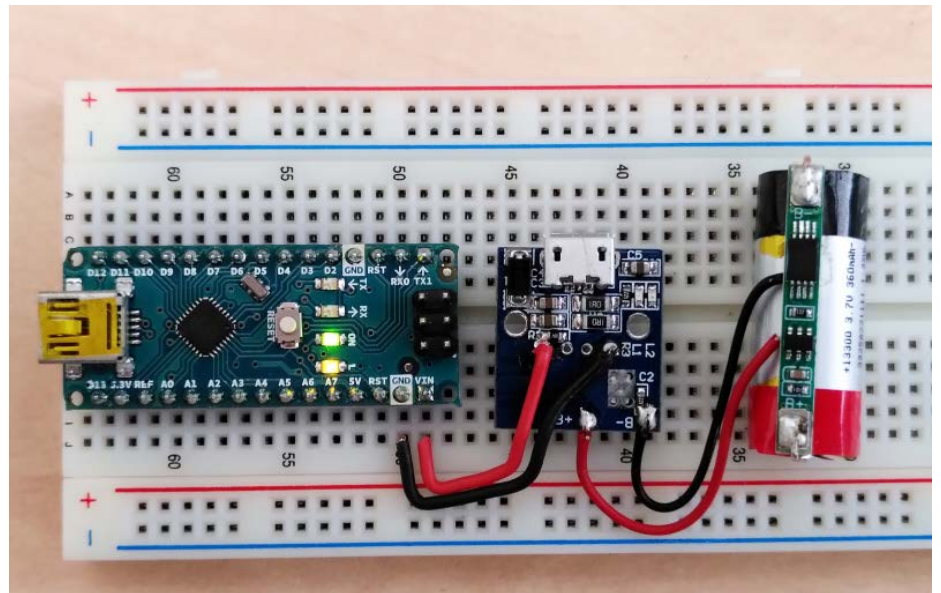


Bild 5: Die Schaltung für einen Arduino: Auf der Akkuzelle ist die Schutzelektronik des Akkus zu sehen.

betreiben, wenn Sie mit Spannungen zwischen ca 3,0 und 4,2 Volt auskommen, wie es z. B. bei einigen niedrig getakteten ATmegas der Fall ist oder bei der LED-Beleuchtung eines TFT-Bildschirms. Die gesamte Energie der Batterie steht dann dem Verbraucher zur Verfügung und geht nicht in Reglern und Wandlern als Wärme verloren.

Insgesamt kann man auf diesem Weg für Gesamtkosten von ein bis zwei Euro ein typisches Arduino-Projekt von der kabelgebundenen Versorgung befreien. Für die meisten Anwendungen reicht es, einfache Module aus dem Online-Versand passend zu verschalten. Bei so einer Lösung sollte man beim Laden in

der Nähe bleiben und dem Akku etwas Misstrauen entgegenbringen. Auch wenn es sich um handelsübliche wiederaufladbare Akkus handelt, so sind sie in den Vapes nie für das Wiederaufladen vorgesehen gewesen und letztlich wird niemand garantieren, dass sich diese Akkus gefahr- und problemlos aufladen lassen. Will man größere Lasten versorgen oder den Akku besonders schnell oder unbeaufsichtigt laden, dann ist sehr viel mehr Sorgfalt angesagt und Lade- und Entladeverhalten sind genau zu verstehen und an den Akku anzupassen. Mangels Dokumentation der Akkus sollte man dabei eher konservativ vorgehen. —hgb

1/3 quer Rechts