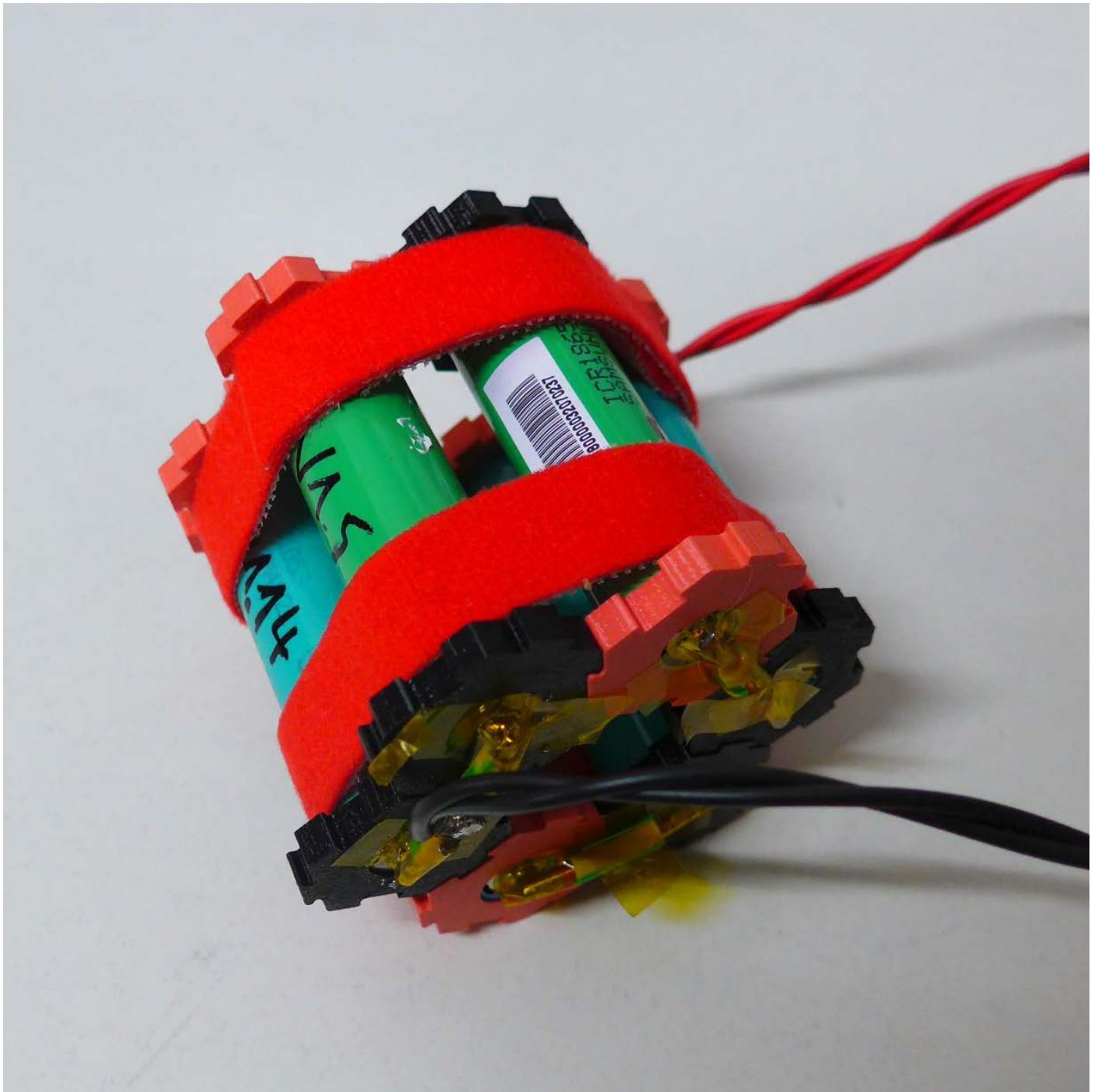


Lithium-Ionen-Akkus testen und wiederverwenden

Alte Akkus müssen nicht zwangsläufig in den Müll wandern: Oft sind darin noch gut funktionierende Zellen zu finden. Wer sie genauer durchmisst, kann sie für mobile Projekte einfach weiterverwenden.

von Jan Wegener



E-Autos, kabellose Baugeräte, Unterhaltungselektronik und vieles mehr – mittlerweile werden fast alle elektrischen Geräte mit Hilfe von Akkus betrieben. Sehr beliebt ist der Typ *Lithium-Ionen*, da er relativ leicht und effizient ist. Als Nachteil ist er leider recht empfindlich für Tiefentladung und reagiert bei falscher Lagerung und Ladung mit einer starken Abnahme seiner Kapazität. Lithium-Ionen-Akkus an sich findet man häufig in Form von zylinderförmigen Zellen, mit der Bezeichnung 18650 (18mm Durchmesser, 65mm Länge und die 0 für den Zylinder). Akkupacks, wie man sie zum Beispiel in E-Bikes oder Laptops nutzt, bestehen aus mehreren solcher 18650er Zellen, die durch Reihen- und Parallelschaltung auf die für das Gerät benötigte Spannung und Kapazität gebracht werden.

Wenn zum Beispiel in einem Laptop-Akku eine der verbauten Zellen kaputt geht, nimmt zunächst die Kapazität drastisch ab. Im schlimmsten Fall fällt auch die Spannung, wodurch das Gerät nicht mehr per Akku betrieben werden kann und meist entsorgt wird. Allerdings kann auch mit aktuellen Recyclingverfahren nur ein Bruchteil der Rohstoffe zurück gewonnen werden und oft sind nur einzelne Zellen eines Akkus kaputt. Warum also nicht die funktionierenden Zellen ausbauen, Geld sparen und die Umwelt schützen?

Darüber habe ich mir in meinem Jugend-Forscht-Projekt *batterE* Gedanken gemacht und eine Weiterverwendungsstrategie entwickelt. Bei einem Regionalentscheid des Wettbewerbs in Rheinland-Pfalz habe ich damit 2020 in der Kategorie Physik den ersten Platz gewonnen, die weiteren Entscheide sind Corona-bedingt leider ausgefallen. Mit weiteren Verbesserungen des Testprozesses war ich dieses Jahr erneut erfolgreich und trete Ende März beim Landesentscheid an. Meine Inspiration war übrigens das Projekt der *Upcycling-Leseleuchte* aus *Make 2/19* (S. 46). Darin wird beschrieben, wie man die Lithium-Ionen-Zellen aus Laptop-Akkus ausbauen, kurz testen und schließlich in Taschenlampen verbauen kann. Diesen Prozess habe ich verbessert, um die Zellen sicher auszubauen, zu klassifizieren und vielfältig weiter zu nutzen. Wer einen 3D-Drucker hat, kann damit schließlich eigene Akkupacks für verschiedene Projekte bauen.

Zellen ausbauen

Die meisten haben heute vermutlich ein Gerät mit defektem Akkupack herumstehen – falls nicht, können Sie in lokalen Computer- oder E-Bike Läden nachfragen. Über eBay-Kleinanzeigen werden ebenfalls sehr häufig solche Akkus angeboten. Hier kann man auch Munitionskisten günstig erwerben, in denen sich kaputte Zellen sicher lagern lassen.

Da jeder Hersteller andere Gehäuse für seine Akkus verwendet, gibt es keine immer

Kurzinfo

- » Akkupacks zerlegen
- » Kapazität und Entladung überprüfen
- » Eigene Akkupacks zusammenstellen

Checkliste

-  **Zeitaufwand:**
zwei Nachmittage
-  **Kosten:**
5 Euro
-  **3D-Druck:**
optional

Werkzeug

- » Multimeter
- » Li-Ion Ladegerät mit Testfunktion
- » Zange
- » Schraubendreher
- » Seitenschneider
- » feuerfeste Unterlage
- » Infrarot-Thermometer
- » Lagerbox

Material

- » Alte Akkus
- » Step-Up-Modul 134N3P oder Ladeplatine

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/x3hb

Mehr zum Thema

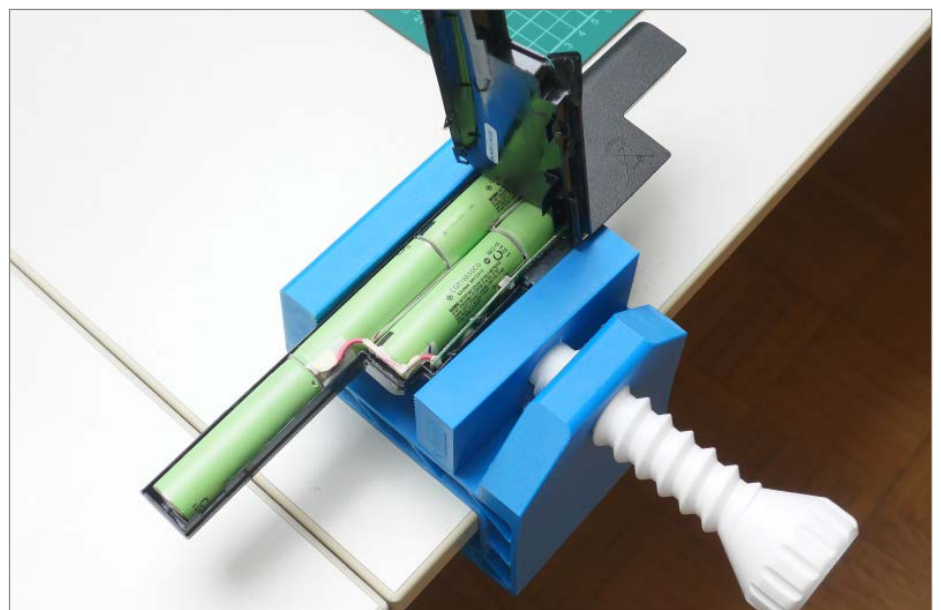
- » Clemens Verstappen, Kapazitätsmessgerät für Powerbanks und Akkuzellen, *Make 1/2020*, S. 100
- » Dieter Hoffmann, Upcycling-Leseleuchte, *Make 2/2019*, S. 46
- » Florian Schäffer, Akkutechnik, Sonderheft *Energie 2018*, S. 68

gültige Anleitung, wie diese auseinanderzunehmen sind. Meist bestehen sie aus zwei zusammengeklebten Kunststoffteilen. Laptop-Akkus sind oft gut zu öffnen, indem man mit einem flachen Schraubendreher zwischen den Deckel und die Fassung der Zellen geht und diesen aufhebt. Mit einem Seitenschneider lassen sich dann die inneren Verbindungen der Zellen trennen – wer mag, kann Kabel und Metallplättchen für zukünftige Projekte



Warnhinweis

Achten Sie darauf, dass Sie beim Öffnen nur das Gehäuse der Akkupacks kaputt machen. Werden die Zellen selbst beschädigt, besteht Brandgefahr!



Geöffneter Laptop-Akku



Die ausgebauten Zellen, Ladeelektronik und Plastikgehäuse



Einzelne Zellen

aufbewahren. Sollten Sie versehentlich die Gummihülle einer Zelle teilweise entfernt haben, empfehle ich, die Stelle mit Kapton- oder anderem Tape zu überkleben, um Kurzschlüsse zu vermeiden.

Sofern möglich, notiere ich außerdem die Seriennummern der Zellen, da sich darüber nützliche Informationen finden lassen, wie zum Beispiel den vom Hersteller empfohlenen Ladestrom. Gerade wenn man mehrere Zellen ausbaut und neu kombinieren möchte, ist es wichtig, den Überblick zu behalten: Am besten beschriften Sie die Zellen mit fortlaufenden Nummern wie V1.1, V1.2 usw. So können Sie die gemessenen Daten mit der Zellen-Nummer in einer Tabelle festhalten.

Zellen überprüfen

Für den ersten Test nutze ich ein einfaches Voltmeter. Bei den 18650ern liegt die Entladeschlussspannung, bei der eine Zelle als entladen gilt, zwischen 2,5 und 2,75 Volt. Bei

Werten darunter ist sie tiefentladen. Damit ist sie noch nicht unbedingt defekt. Falls die Spannung unter 1,5 Volt liegt, die Zelle sich am Voltmeter entlädt oder gar nicht mehr erkannt wird, stehen die Chancen allerdings schlecht, dass sie noch normal funktioniert.

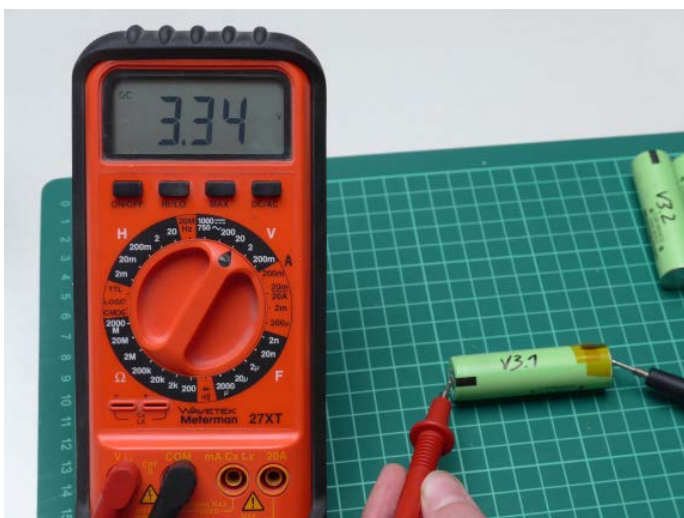
Der wichtigste Schritt ist die Berechnung der Kapazität. Sie wird in mAh angegeben und erfasst, wie viel elektrische Ladung ein Akku speichern kann. Je nach Höhe der Kapazität sind die später möglichen Verwendungszwecke begrenzt. Sie lässt sich am besten mithilfe eines intelligenten Ladegerätes bestimmen. Dieses können Sie selbst bauen (eine Anleitung finden Sie in der Make 1/20 ab S. 100) oder fertig kaufen. Dafür empfehle ich das Opus BT-C3100. Es lädt bis zu vier Zellen auf, entlädt sie, lädt sie wieder und errechnet schließlich die Kapazität. In meinen Versuchen waren diese Ergebnisse zuverlässiger und genauer als eigene Berechnungen.

Ein weiterer Defekt von Akkus kann sein, dass sie sich über einen längeren Zeitraum zu

schnell selbst entladen. Innerhalb von 20 Tagen dürfen sie nur bis zu 2 Prozent an Spannung verlieren. Für den Selbstentladungstest müssen die Zellen aufgeladen sein. Bei den meisten Ladegeräten können Sie den Ladestrom in mA einstellen. Standardmäßig lassen sich Akkus gut mit 500mA laden. Wenn es schneller gehen soll, hilft die Suche im Netz nach der Seriennummer einer Zelle – und damit dem maximalen Ladestrom laut Datenblatt.

Optional können Sie während des Ladevorganges die Temperatur messen. Eine defekte Zelle wird merkbar heiß beim Laden, bis zu 50 Grad Celsius. Bei Werten über 40 Grad können Zellen direkt aussortiert werden. Nach dem Aufladen messe und notiere ich die Spannung.

Anschließend lagere ich die Zellen für 20 Tage ein. Auch dafür haben sich die Munitionskisten bewährt, wenn sie nicht zu warm gelagert werden. Nach dieser Zeit messe ich die Spannung erneut und berechne die Differenz zwischen der Spannung vom ersten und zwei-



Überprüfung der Spannung



Test im Opus BT C3100



Überprüfen der Ladetemperatur



Lagerung in einer Munitionskiste

ten Messen. Liegt sie über 0,2 Volt, kann die Zelle ebenfalls direkt aussortiert werden.

Zellen klassifizieren

Um einschätzen zu können, welche Zelle noch für welche Anwendungen verwendet werden kann, ordne ich sie verschiedenen Klassen zu, die von den gemessenen Werten abhängen. Ich habe hierfür die Klassen A (beste) bis E (schlechteste) gewählt. Wenn man zum Beispiel einen E-Bike-Akku bauen möchte, ist es wichtig, sehr gute Zellen zu verwenden, um lange und sicher fahren zu können. Für eine Powerbank hingegen, die lediglich das Handy unterwegs etwas aufladen soll, können auch schwächere Zellen genutzt werden. Die Einteilung in Klassen erfolgt anhand der gemessenen Kapazität.

Bei einer Testreihe mit 40 Zellen aus defekten Akkus waren über 30 Zellen noch in einem sehr guten Zustand (Klasse A oder B). Es wird also viel unnötig weggeworfen.

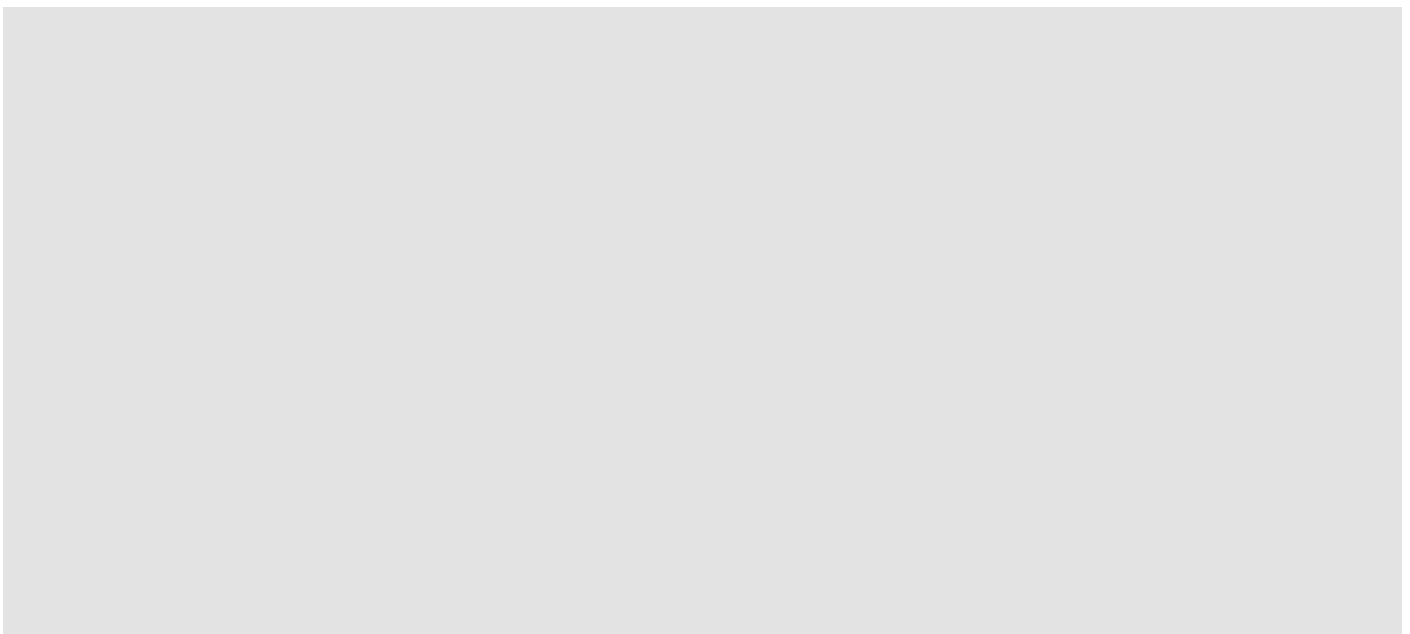
Die Zellen der Klasse E können allerdings getrost entsorgt werden. Die aufgrund ihrer Temperatur oder Selbstentladung aussortierten Zellen ordne ich ebenfalls der Klasse E zu. Entsorgen Sie defekte Lithium-Ionen-Zellen aber niemals im Hausmüll. Sie müssen zu speziellen Sammelstellen gebracht werden, etwa Abfallwirtschaftshöfen oder Rücknahmestellen im Elektrofachhandel. Kleine Lithium-Akkus bis 500 Gramm können auch in Supermärkten in die Boxen geworfen werden. Um Kurzschlüsse zu vermeiden, müssen die Pole und Kabelenden abgeklebt werden.

Klassifizierung

Kapazität	Klasse
≥ 2000mAh	A
≥ 1500mAh	B
≥ 1000mAh	C
≥ 500mAh	D
≤ 500mAh	E

Wiederverwendung der Zellen

Grundsätzlich sind die Möglichkeiten nun unbegrenzt, da man die Zellen ganz normal weiterverwenden kann. Zwei Projekte sind leicht selbst zu bauen und äußerst nützlich:





Das Step-Up-Modul 134N3P bietet USB-Anschlüsse zum Laden und Entladen.



Meine selbstgebaute Powerbank

Mobile Powerbanks und Ersatzakkus für Großgeräte wie E-Bikes.

Mit Powerbanks kann man nicht nur das Smartphone unterwegs aufladen, sondern als Maker auch Projekte mit einem Arduino oder Raspberry Pi im Freien lange betreiben. Für den Bau einer eigenen Powerbank eignet sich das Step-Up-Modul 134N3P, da es das Laden (per Micro-USB-Kabel) und Entladen über USB-Kabel des Typs A ermöglicht. Wer einen 3D-Drucker hat, kann noch ein passendes Gehäuse ausdrucken.

Meine Powerbank besteht aus nur einer Zelle mit einer Kapazität von knapp 2200 mAh und kann somit ein durchschnittliches Smartphone fast ganz aufladen. Für das Gehäuse habe ich auf ein Design auf Thingiverse von Gervasi Alain zurückgegriffen (zu finden unter der Nummer 3332838 und über den Link in der Kurzinfor).

Für größere Projekte empfehle ich, Zellen aus den Gruppen A und B meiner Klassifizierung zu wählen. Um mehrere Zellen zu einem

großen Pack zu kombinieren, sollte man außerdem darauf achten, dass die verschiedenen Reihen auf die gleiche Kapazität kommen. So lässt sich aus 18650er-Zellen praktisch jeder Akku bauen: Bei der Reihenschaltung (auch serielle Schaltung genannt) wird die Spannung der Zellen addiert, während bei der Parallelschaltung die Kapazität zusammengerechnet wird. Für meinen 3S2P-Akku habe ich drei Zellen in Reihe und die beiden Reihen parallel geschaltet, sodass er eine Spannung von 12 Volt liefert.

Wichtig ist schließlich, dass man den Minus- und Pluspol des Packs an eine BMS-Platine (Battery Management System) anschließt. Diese Platine sorgt für das Laden und Entladen des Akkus und schützt ihn vor der Tiefentladung sowie vor gefährlichen Überladungen. So kann man einen individuell angepassten Akku entwerfen und zusammenbauen. Bei E-Bikes ist beispielsweise der Typ 7S2P, bestehend aus 14 Zellen, sehr beliebt. Zum Verbinden

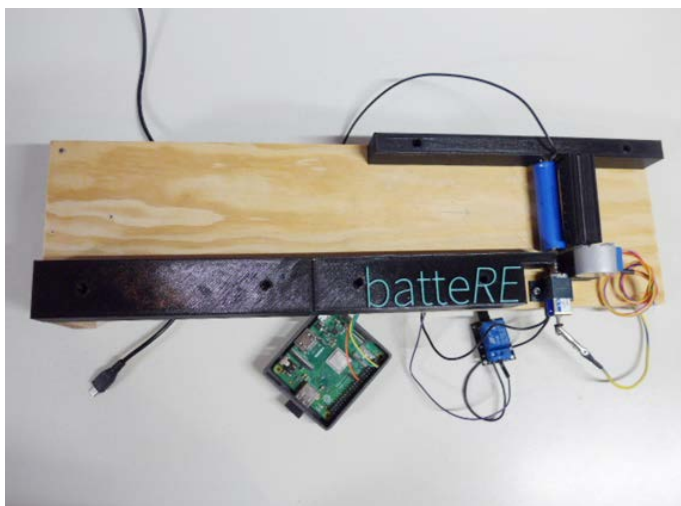
sollte man entweder sehr dicke und starke Litze an die Zellen löten oder sie noch etwas professioneller mit einem Punktschweißgerät und Nickelstreifen verbinden.

Ausblick

Ein Punkt, an dem ich weiter forsche, ist die Entwicklung des Stecksystems für die Zellen (Download siehe Kurzinfor). Da es auf 3D-gedruckten Teilen basiert, ist es leicht anpassbar. Mit leitfähigem Filament könnten Kontakt- und Verbindungspunkte direkt in die Bauteile gedruckt werden und das Löten wegfallen. Außerdem wären die Akkus nochmal viel leichter zu reparieren. Zusätzlich arbeite ich an einem automatischen Testsystem für 18650er Zellen. Ich möchte Maschinen bauen, die die einzelnen Schritte des Prozesses übernehmen. Einen ersten Prototypen habe ich bereits, er ist aber noch in der Entwicklung. —hch



3S2P-Akku mit selbstgedruckter Halterung



Prototyp für ein Akku-Testsystem