



Irgendwann läuft auch der dickste Akku im Smartphone leer. Ist die nächste Steckdose weit, lässt er sich mit Solar-Panels oder aus anderen Quellen füllen. Doch alternative Lademethoden haben unerwartete Tücken.

Von Michael Link

Akkus in Smartphones, Tablets oder Kameras geben gespeicherte Energie ab, damit man telefonieren, fotografieren und andere Dinge tun kann. Leider sind moderne Geräte wegen ihrer notorisch schwachbrüstigen Akkus tendenziell Kurzstreckenläufer.

Bei Touren abseits besteckdoster Gebiete oder Autos, also mitten in der Natur, stoßen selbst Powerbanks (siehe Test ab S. 120) an ihre Grenzen, denn auch die größte ist irgendwann erschöpft. Eine naheliegende Methode zum Nachladen von Geräten und Powerbanks liefern tragbare Solar-Panels. Weil der Einstieg in die Stromproduktion schon für kleines Geld möglich ist, spielen sie bei den alternativen Stromversorgungen die Hauptrolle. Weitere Möglichkeiten finden Sie auf Seite 130. Bei allen Methoden muss man Kompromisse eingehen und so richtig wirtschaftlich sind sie nicht. Doch das Gefühl, im schlimmsten Fall seinen eigenen Strom erzeugen zu können, ist kaum zu toppen.

Energie speichern

Egal welche alternative Stromerzeugungsmethode man bei Wander-, Rad- oder Paddeltouren nutzt: Von der beruhigenden Zuverlässigkeit einer Steckdose muss man sich verabschieden. Während der Outdoor-Etappe können alle alternativen Stromerzeuger mal gar nicht funktionieren, nur zeitweise oder nicht so, dass sie den momentanen Bedarf abdecken. Auf dem Rucksack getragen, liefern beispielsweise Solarzellen meist zu wenig Strom zum schnellen Aufladen eines Smartphones.

Was kann man tun? Ein Blick auf die Natur hilft: Eichhörnchen sammeln Nüsse

Strom aus der Natur

Energie für unterwegs sammeln

und legen Vorräte an. Die gewonnene Energie zwischenspeichern ist auch für den Homo electronicus der beste Weg. Statt das Smartphone direkt an das Solar-Panel zu hängen, lädt man stattdessen besser eine Powerbank auf, die abends genug Energie gesammelt hat, um Smartphone & Co. zu befüllen.

Solar-Panel und Powerbank: Das klingt zunächst nach einem Traumpaar. Dass in dieser Ehe nicht alles eitel Sonnenschein ist, fällt erst im gemeinsamen Alltag auf. Powerbanks mit einem oder mehreren USB-Ladekabel-Anschlüssen gibt es in vielen Kapazitätsklassen: zum einmaligen Nachladen des Smartphones bis hin zum dicken Klotz, der wochenlange Autarkie ermöglicht. Je mehr Kapazität die Powerbank hat, desto mehr müssen Sie schleppen. Auch hilft „viel“ nicht unbedingt viel: Eine 20.000-Milliamperestunden-Powerbank bekommen Sie selbst bei einem optimistisch hoch angesetzten Ladestrom von 2 Ampere an einem Sonnentag nicht voll. Wie Sie die richtige Größe finden, steht im Kasten „Powerbank: Welche Größe“.

Powerbank: Welche Größe?

Um nicht mitten in der Pampa plötzlich saft- und kraftlos dazustehen, empfiehlt es sich, die nötige Größe überschlägig anhand der nach Energie dürstenden Verbraucher zu bestimmen. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten: Die erste geht davon aus, dass Sie den sowieso meist sichtbar beworbenen Milliamperestunden-Wert der benötigten Powerbank verwenden. Addieren Sie einfach die benötigten Milliamperestunden-Werte der Akkus in Smartphones und anderen Geräten und verdoppeln Sie den ermittelten Wert. So sind Sie mit allen beim Laden entstehenden Verlusten auf der sicheren Seite.

Bei einem Smartphone (2000 mAh), einer Kamera (1000 mAh) und einem GPS-Gerät (2000 mAh) etwa kommt man auf 5000 Milliamperestunden. Eine Powerbank dieser Größe reicht aber nicht, denn aus ihr lässt sich (siehe Test

auf S. 120) nur rund zwei Drittel der angegebenen Energiemenge entnehmen. Mit einer 8000 Milliamperestunden-Powerbank ($8000 \times 2 / 3 = 5333 \text{ mAh}$) kämen Sie über den nächsten Tag (besser wären 10.000 mAh. Bei zwei Tagen sollte sie doppelt so viel fassen und so weiter.

Ist das Speichervermögen der Powerbank ausnahmsweise nur in Wattstunden angegeben, kann man einfach diesen Wert durch die Ausgangsspannung der Powerbank, also 5 Volt, teilen. Eine 50-Wattstunden-Powerbank speichert eine Ladung von 10 Amperestunden beziehungsweise 10.000 Milliamperestunden.

Bedenken Sie bei Ihrer Verbrauchsberechnung, dass einige Geräte mehrfach täglich aufgeladen werden – etwa Smartphones mit Navigationsaufgaben.

Powerbank betanken

Nun haben Sie zwar die passende Powerbank, doch wie befüllt man sie am besten unterwegs? Das hängt davon ab, was man tun will. Bei einer Radreise könnte man den Nabendynamo zum Laden nutzen, der immerhin bis zu 6 Watt erzeugt [1]. Das geht aber nur bei Tageslicht, denn im

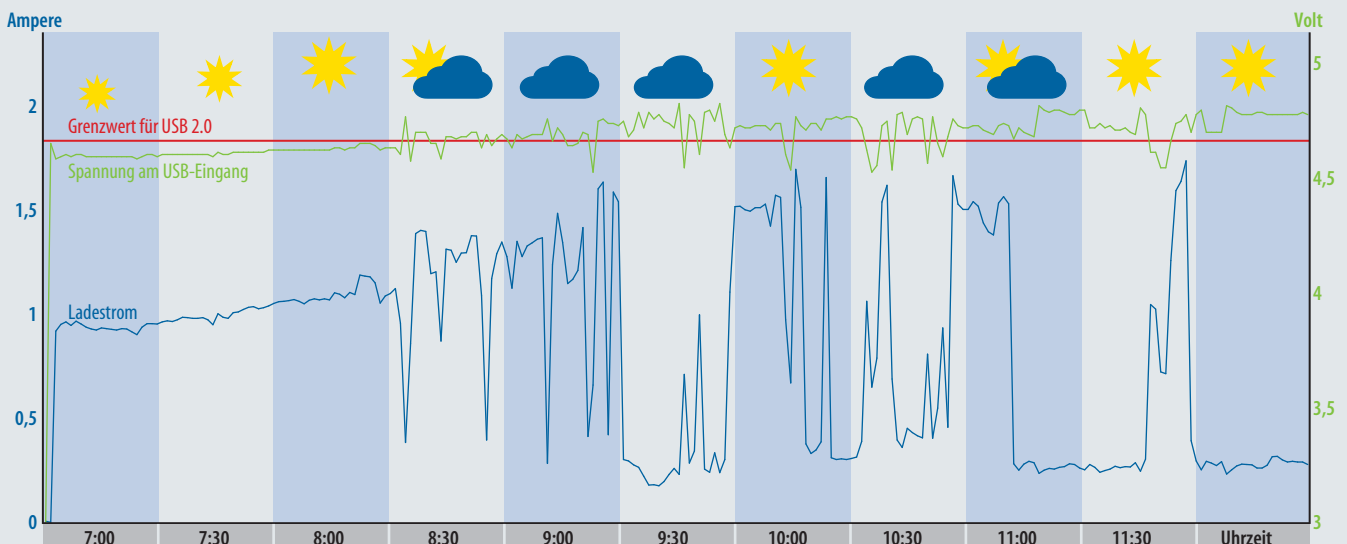
Dunkeln oder bei schlechter Sicht wird der erzeugte Strom komplett für die Beleuchtung benötigt.

Bei einer Paddeltour auf einem Fluss bietet sich ein Wasserkraftwerk an, das während der Nachtstunden die Strömung des Flusses nutzt und mit seiner Turbine

eine Powerbank lädt. Auf einem See ohne Strömung klappt das wiederum nicht, da wäre das Laden mit dem Solar-Panel besser. Doch während ein Solar-Panel auf dem Wanderrucksack im Sommer eine Powerbank füllen kann, versagt diese Lösung im Winter, weil die auf rund ein

Solar-Panel an Powerbank

Die Laderegler von Solar-Panel und Powerbank arbeiten teils gegeneinander. So lädt eine Powerbank nicht automatisch weiter, sobald nach Wolken wieder die Sonne scheint.



Zehntel reduzierte Sonneneinstrahlung zu wenig Energie ernten lässt.

So bringen alle Lösungen ihre speziellen Problemzonen mit. Unterm Strich haben sich Solar-Panels etabliert. Auch weil sie sich als Ergänzung für andere Stromquellen eignen: Auf der Radtour lässt man beispielsweise den Nabendynamo tagsüber das Smartphone am Lenker laden. Die Solarzelle auf dem Gepäckträger befüllt dann gelegentlich eine Reserve-Powerbank, die Energie bereitstellt, wenn es sonst knapp würde.

Solar-Panels für unterwegs finden sich in unterschiedlichsten Darreichungsformen: als spielkartengroßes Gimmick

auf einem Powerpack aufgeklebt, aber auch als klappbares Panel-Pack in Taschenbuch- oder DIN-A4-Größe. Wir haben einige Modelle über mehrere Wochen ausprobiert: die taschenbuchgroße Klappzelle von Phaesun (6 Watt) und – in der Größe aufsteigend – das Panel Goal Zero Nomad 7 (7 Watt), das Anker Powerport (11 Watt) sowie die 24-Watt-Panels Xtorm Solarbooster und Ravpower.

Mit Ösen, Karabinern oder Gummibändern lassen sie sich jeweils an Rucksäcken, am Fahrrad oder auf dem Boot befestigen. Je nach Größe und Leistungsfähigkeit haben sie zwischen einem und drei USB-Anschlüsse, die praktischerweise

meist wettergeschützt sind. Viele Solar-Panels, die eher für Wohnmobile gedacht sind, verfügen noch über 12-Volt-Ausgänge. Andere haben außer USB proprietäre Ladeanschlüsse, etwa das Nomad 7 von Goal Zero. Dessen Lader befüllt vier AA-Nickelmetallhydrid-Akkus und fungiert auch als USB-Powerbank.

Größenvergleich

Wie bei den Powerbanks stellt sich auch hier die Frage: Wie groß sollte das Panel sein? Oder besser: Wie klein darf es sein? Während man seinen Verbrauch wie beschrieben einfach kalkulieren kann, sieht es bei der zu erwartenden Energieernte schlechter aus. Schon bei Anlagen mit stets optimaler Ausrichtung zur Sonne geht man von jahreszeitlichen Schwankungen der Strahlungsleistung der Sonne von 50 bis 1000 Watt pro Quadratmeter aus; in Süddeutschland lässt sich etwa 20 Prozent mehr Sonnenenergie gewinnen als in Norddeutschland. Unterwegs scheint die Sonne selten mit dem optimalen Winkel aufs Panel, weil Strecken nicht Panel-optimiert geplant sind. Während sich im Sommer in praller Sonne aus einem 10-Watt-Panel locker 1 Ampere Ladestrom gewinnen lassen, bricht dieser Wert auf wenige Milliampere ein, wenn Wolken den Himmel verdüstern.

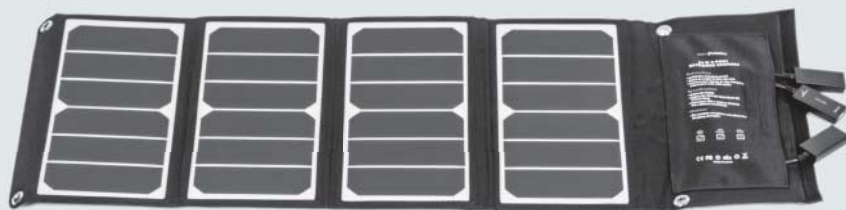
Welches praktikabel ist, hängt auch von der Art der Module ab. Dünnschichtmodule geben auch bei relativ ungünstigen Lichtverhältnissen noch Strom ab. Allerdings beträgt ihr Wirkungsgrad insgesamt nur 6 bis 10 Prozent, sie müssen also größer ausfallen als monokristalline Zellen, die auf bis zu 20 Prozent kommen. Eine Sonderform der Dünnschichtmodule sind amorphe Zellen, die wegen ihrer Biegsamkeit oft an Rucksackmodulen zum Einsatz kommen. Mit Wirkungsgraden zwischen 13 und 15 Prozent sind polykristalline Zellen nicht so potent wie monokristalline, aber billiger. Sie sind an ihrer Eisschollen-Optik zu erkennen.

Als Richtwert sollte man anstreben, dass das Modul einen Ladestrom von 1 bis 1,5 Ampere für die Powerbank liefern kann. Neuere Powerbanks verdauen oftmals sogar mehr als 2 Ampere Ladestrom. Damit fällt schon mal alles heraus, was kleiner ist als ein DIN-A4-Blatt. Mit 16-Watt-Panels hat man etwas mehr Liefersicherheit bei nicht so gutem Wetter sowie im Frühjahr und Herbst bei kürzeren Tagen. Zellengrößen von 20 Watt aufwärts könnten für viele Anwendungen wieder zu unhandlich und zu schwer werden. Wem Größe und Ge-

Mobile Solar-Panels

Solar-Panels sind in diversen Größen erhältlich. Für Touren muss man abwägen zwischen der Leistung, die sie liefern sollen, und praktischen Aspekten wie dem Gewicht und ob sie unterwegs beim Tragen stören.

Ravpower 24 W / 70 € / auf: 30 × 84 cm / zu: 30 × 16,5 cm / 754 gr



Anker Powerport 21 W / 56 € / auf: 28 × 67 cm / zu: 28 × 16 cm / 485 gr



Goal Zero Nomad 7 W / 70 € / auf: 23 × 43 cm / zu: 23 × 16,5 cm / 460 gr



Phaesun Trek King 2 × 3 W / 44 € / auf: 16,5 × 46 cm / zu: 16,5 × 16,5 cm / 180 gr



Originelle Stromproduzenten

Alternative Methoden der Stromerzeugung sehen vordergründig genial aus. Doch ihre Pferdefüße sind oft von Marketing-Künstlern gut versteckt. Ein Kurbelgenerator beispielsweise reicht zwar, um den geringen Energiebedarf eines Radios oder einer Leuchte zu decken, doch zum Laden eines Smartphones oder einer Powerbank wären mehrere Stunden zermürender Kurbelerei nötig. Immer wieder geistern auch Brennstoffzellen-Lader durch die Crowdfunding-Plattformen, etwa das Kraft-

werk, ein feuerzeuggasbetriebener Stromerzeuger. Das Unternehmen sammelte 2014 von 11.000 Menschen 1,5 Mio. US-Dollar ein, war danach aber mit einem Rechtsstreit mit der gleichnamigen Musikgruppe beschäftigt, anschließend folgte eine Insolvenz sowie eine Umfirmierung. Das Lieferdatum für das Kraftwerk wurde mittlerweile auf August 2018 verschoben. Bei SolePower laden Schuhe eingebaute Akkus durch die Bewegung auf. Bisher blieb es bei einer Ankündigung.



Fahrradlader

Das USB-Werk von Busch & Müller (80 Euro) gibt nur 500 Milliampere am USB-Anschluss ab, aber es enthält einen Puffer-Akku, sodass das Laden beim Anhalten nicht unterbrochen wird. Alternativen: Der Cycle2Charge V2 ohne Pufferakku (59 Euro) verschwindet im Vorbau, nur die USB-Buchse ragt heraus. Der Dynalader (129 Euro) hat einen 24-Wattstunden-Pufferakku, muss aber in einer Extra-Tasche mitgeführt werden.



Brennstoffzelle

Der soeben auf dem Mobile Word Congress Taiwan angekündigte 200 Gramm schwere JAQ Hybrid-Lader wird einen 4000 Milliamperestunden große Pufferakku enthalten und außer über einen USB-Anschluss auch mit Karten aufgeladen werden können, die als Brennstoffzellen jeweils 1250 oder 2500 Milliamperestunden speichern können (bei 5 Volt). Wann und zu welchem Preis das Gerät lieferbar ist, konnte der schwedische Hersteller myFC noch nicht sagen. Ähnliche Ankündigungen gab es aber bereits 2015 und 2016.



Grill

Der Biolite CampStove 2 (145 Euro) ist im Hauptberuf ein Kocher, der mit Holzresten befeuert wird. Er hat zwar eine USB-Ladebuchse, doch die gibt nur schlappe 3 Watt Ladeleistung ab. In der Neuauflage des Camping Stove ist ein 2600 Milliamperestunden großer Pufferakku eingebaut.



Wasserkraftwerk

Die achtfügelige Turbine des 690 Gramm schweren Bluefreedom-Ladegeräts (300 Euro) hängt man an Engstellen in einem einigermaßen schnell fließenden Bach. Bei einer Nenn-drehzahl von 250 Umdrehungen pro Minute erzeugt der Generator 10 Watt, der Speicherakku fasst 5000 Milliamperestunden und hat zwei USB-Ausgänge (max. 1,5 Ampere).



Einige Panels haben Chain-Inputs zum Verketteten weiterer Panels.

wicht egal sind, der sollte einfach seinen ermittelten Energiebedarf vervierfachen und erhält so eine Panel-Größe, die fast sorgenfreien Betrieb ermöglicht.

Sonne bei die Fische

Es reicht leider nicht, einen Blick aufs Leistungsschildchen des Panels zu werfen. Diese Angaben sind so wenig praktikabel wie die zum Durchschnittsverbrauch bei Autos. Es fängt damit an, dass der Wert keine Dauerleistung, sondern nur eine Spitzenleistung angibt. Und die gilt für Normwerte bei der Sonnenbestrahlung (1000 W/m^2), der Temperatur des Panels (25°C), einem festgelegten Maß der Absorption durch die Atmosphäre (AM 1,5) und nur für bestimmte Entnahmespannungen. Ein 10-Watt-Panel erzeugt nur bei idealen Bedingungen diese Leistung – was nicht heißt, dass sie an der USB-Buchse entnehmbar ist.

Bei unseren Versuchen Anfang Juli haben wir bei wolkenlosem Himmel und ungefährender Ausrichtung der Panels auf die Sonne (bei gemessenen etwa 1000 Watt pro Quadratmeter) einige Eckwerte ermittelt, um deutlich zu machen, was bei guten Bedingungen in der Praxis zu erwarten ist. Außerdem probierten wir, wie gut Panels mit Powerbanks zusammenspielen.

Das Ravpower-Panel, das ausgeklappt 84 mal 30 Zentimeter groß ist, produzierte statt der nominellen 24 Watt maximal 19 Watt. Andere Panels gleicher Leistungsangabe schafften bloß 11 Watt. Am USB-Anschluss lieferte das aufgeklappt weniger als halb so große Nomad-7-Panel von Goal Zero knapp 6 Watt, was bei sommerlichem Wetter knapp für den empfohlenen Ladestrom von 1 Ampere reichte. Unter diesen nahezu optimalen Bedingungen lieferte das nur taschen-

buchgroße Phaeson-Panel überraschend viel Energie: statt der angegebenen 6 Watt immerhin 4,5 Watt. Im Frühjahr und Herbst, erst recht im Winter, sinken die Energiemengen erheblich, und im Tagesverlauf lassen Wolken und niedriger Sonnenstand die Stromernte schrumpfen.

Bei den Ravpower-Panels stellten wir fest, dass sie bei geringer Sonneneinstrahlung alle USB-Anschlüsse bis auf einen abschalten. Hängen an weiteren Anschlüssen Geräte, werden sie also nicht geladen. Erstaunlicherweise harmonisierten Ravpower-Panels nicht gut mit Powerbanks des gleichen Herstellers (siehe S. 120).

Doch auch ohne Messung enthüllt ein Blick auf die technischen Daten der Zellen manche Ungereimtheit. Das Panel Goal Zero Nomad 28 Plus beispielsweise liefert bei 28 Watt Maximalleistung zwar 2,4 Ampere am einzigen USB-Anschluss, aber das ergibt selbst im besten Fall nur 12 Watt. Nur über den herstellereigenen Rundstecker lässt sich die Maximalleistung entnehmen. Hier müssten Sie also einen proprietären Lader mit einpacken.

Missverständnisse

Unzuverlässige Sonne, optimistische Watt-Angaben – als wenn das nicht genug wäre, verhängt zudem noch die in rund 90 Prozent der Panels eingebaute Restart-Funktion im Zusammenspiel mit vielen Powerbanks die Energieernte.

Sobald ein Solar-Panel nur wenige Milliampere abgibt – etwa weil das Panel gerade im Schatten liegt –, senkt der Ladecontroller im Panel die Spannung des USB-Ausgangs auf weniger als 4,75 Volt, also unterhalb der USB-2.0-Norm. Das verhindert, dass Smartphones am Panel zicken. Erst wenn das Panel wieder genug Strom produziert, schaltet es den USB-Ausgang erneut frei. Für das Smartphone sieht das so aus, als sei das Ladekabel erneut eingesteckt worden und es lädt wieder.

Das ist erwünscht, solange ein Smartphone am Panel hängt. Doch im Zusammenspiel mit einer Powerbank führt das schnelle Abschalten dazu, dass der Anteil, der unterhalb 4,75 Volt produziert wird, verloren geht. Die Ladestromregelung in der Powerbank begrenzt bei Annäherung an die Ladesschlussspannung ebenfalls den abgenommenen Strom, teilweise auf drei Prozent des anfänglichen Wertes, also knappe 50 Milliampere. Einige Panels schalten bei sehr geringen Strömen auch den USB-Ausgang ab, was die Ernte ebenfalls etwas schmälert.

Bei unseren Versuchen reagierten einige der Laderegler in Powerbanks sehr empfindlich auf Schwankungen an der Ladebuchse. Sie prüften zu Beginn, welchen Ladestrom das Panel liefert, brachen das Laden aber bei Spannungseinbruch zeitweilig ab. Schlimmer ist es, dass einige Powerbanks selbst dann keinen höheren Strom mehr aufnehmen, wenn die Sonne wieder hinter den Wolken hervorkommt. Hier half im Test nur das Aus- und Wiedereinstecken der Ladekabel, doch wer will das schon ständig machen?

Überhaupt, Ladekabel: Je nach verwendetem Ladekabel zapften ein und dieselbe Powerbank unterschiedlich hohe Ladeströme aus dem Solar-Panel ab (siehe S. 120) – schlecht, wenn man deswegen die knappen Zeiten, in denen das Panel Ströme von 1 Ampere und mehr liefert, nicht ausnutzen kann. Leider sieht man das den Kabeln nicht an. Bei unseren Tests kristallisierte sich heraus, dass die meisten beiliegenden Kabel gut waren.

Mobile Panels sind tendenziell weniger effizient als ihre fest montierten Pendanten. Ihnen fehlt fast immer ein sogenannter MPPT-Laderegler. Er zapft Energie im optimalen Arbeitspunkt des Panels ab. Die höchste Leistung, also das Produkt aus Zellenspannung und produziertem Strom, liefern Panels nicht bei 5 Volt, sondern bei höheren Spannungen. Immerhin gibt es MPPT-Regler zum Nachrüsten, etwa die Selbstbaulösung, die Elektra Wagenrad für Panels an autark betriebenen Freifunk-Routern vorgestellt hat [2].

Fazit

Wer auf Touren wenigstens alle paar Tage in die Nähe einer Steckdose kommt, bleibt besser bei Powerbanks, eventuell packt man sogar mehrere ein. Sie sind bis auf wenige Ausnahmen auch mit hohen Kapazitäten billiger, kompakter und leichter als Solar-Panels, Wasserkraftwerke und Brennstoffzellen-Combos. Wer autark sein will oder muss, braucht bei freundlichem Sommerwetter für einen anzustrebenden Ladestrom von etwa 1 Ampere wenigstens ein 10-Watt-Panel und etwas Mut zur Lücke. (mil@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lutz Labs, Strom statt Licht, Smartphone-Ladegeräte am Fahrraddynamo, c't 13/14, S. 132
- [2] Elektra Wagenrad, Selbstbauanleitung für MPPT-Laderegler bei autark betriebenen Freifunk-Routern, <https://github.com/elektra42/freifunk-open-mppt>