

Stromversorgung von Funkgeräten über USB

1. USB-Generationen und Leistungen:

- USB 1.0/1.1 (1996/1998):
Startete als "Full-Speed" mit 12 Mbit/s (anfangs: 1,5 Mbit/s) / 0,5 W Leistung.
- USB 2.0 (2000):
"Hi-Speed" 480 Mbit/s , Leistung von 2,5 W (5V, 500mA).
- USB 3.0 / 3.1 Gen 1+2 (2008..2013):
"SuperSpeed" mit 5..10 Gbit/s und 4,5 W Leistung.
- USB 3.2 (2017):
Erweiterung auf bis zu 20 Gbit/s durch Nutzung von zwei Kanälen (Gen 2x2).
- USB 4 / USB4 (2019):
Basiert auf Thunderbolt 3, bietet 40 Gbit/s, Leistung bis 100 W über Typ-C:
Verdrehsicherer, kompakter Stecker, der hohe Datenraten und hohe Leistungen (USB Power Delivery) ermöglicht.

Die Entwicklung zeigt eine kontinuierliche Steigerung der Geschwindigkeit und Ladeleistung, oft begleitet von einer zunehmend verwirrenden Namensgebung.

2. Was ist USB-C Power Delivery?

- USB-C ist ein universeller Anschluss für Strom, Daten und zum Teil auch Video.
- USB Power Delivery (PD) handelt die benötigte Spannung und Leistung zwischen Quelle und Verbraucher aus.
- USB PD 3.0 deckt typischerweise bis 100 W ab, USB PD 3.1 EPR erweitert auf bis zu 240 W, allerdings nur bei höheren Spannungen.
- Geeignete Kabel im „PD“ Standard sind erforderlich
- Schutzfunktionen: Strombegrenzung, Abschaltung (>10A), Rückstromschutz, Unter-/Überspannung ^[9]

Typische Leistungsstufen	
5 V / 3 A	15 W
9 V / 3 A	27 W
12 V / 3 A	36 W
15 V / 3 A	45 W
20 V / 5 A	100 W
28/36/48V bei 5 A	140 / 180 / 240 W (PD 3.1 EPR)

3. Handfunkgeräte mit USB C laden

- Passende Ladekabel sind für einige Funkgeräte direkt verfügbar, z.B. für Yaesu VX8R oder Kenwood TH-F7E wie hier nebenstehend gezeigt:
- Austauschakku, der direkt über USB C geladen werden können. Beispiel QB-44HLC für Anytone 868/878
- Hat man ein Batterie Leergehäuse, dann können über USB aufladbare Akkus im Mignonzellenformat eingesetzt werden (hier von Ansmann).
Zum Laden müssen sie allerdings herausgenommen werden, sonst drohen Kurzschlüsse!



3. Andere Geräte mit USB-C Trigger Boards versorgen

- Trigger Boards ^[4,6,7] fordern vom Netzgerät eine bestimmte USB-PD-Spannung an (einstellbar über Schalter oder Lötbrücke) und stellen diese am Ausgang bereit.
- Trigger-Kabel^[5] integrieren diese Funktion direkt in ein Kabel. Der Anschluss ist häufig ein DC-Hohlstecker 5.5x2.1 oder 5.5x2.5.
- **⚠** Zu hohe Einschaltströme können dazu führen, dass Funkgeräte nicht korrekt einschalten!



4. Stützakkus

- Werden höhere Ströme benötigt, bietet sich ein Stützakku an, z.B. mit Li-Ion Zellen oder als LiFePo Akku.
- Ein USB-C Triggerboard stellt 12/15V mit begrenztem 3A Ladestrom zur Verfügung. Das BMS sorgt für korrekte Ladung des Akkus
- Beim Senden kommt die Energie aus dem Akku, beim Empfang lädt der Akkus über das Triggerboard.
-  Das Batterie Management System (BMS ^[11]) ist notwendig, um Überladen, Überstrom beim Laden und Entladen sowie Zellenunterspannung zu vermeiden.
-  Bei LiFePo Akkus den Maximalstrom - oft nur 10A!
-  Zerstörung von nicht PD kompatiblen USB-C Ausgängen (5V!) durch Rückwärtsspeisung der 12V aus dem Akku möglich! Rückstromschutz (Schottky-Diode ^[10]) zwischen Triggerboard und Akku notwendig!

5. Einsatz unterwegs

- USB-C PD reduziert die Zahl unterschiedlicher Netzteile und Kabel im mobilen Einsatz.
- Mit Trigger Board oder Trigger-Kabel lassen sich auch Funkgeräte ohne nativen USB-C-Eingang mit einer Spannung von 12/15V und max. 3A Strom versorgen (Einschaltströme beachten!) oder aufladen.
- Powerbanks sind die einfachste mobile Energiequelle für USB-C-Geräte - Modelle ab 65 W sind sinnvoll, mit höherer Leistung können mehrere Geräte gleichzeitig versorgt werden ^[3]. Durch die interne Spannungswandlung vom 3.6V Akku auf 12..20V muss ca. 10% Verlust in Kauf genommen werden.
- Kleine 65W PD-Steckernetzgeräte haben bis zu 3 Anschlüsse und eignen sich besonders gut für Reisen, ebenso wie Autoadapter für die 12V Steckdose. Kostenpunkt ca. 25€.



6. Solarstrom und kleine Powerstation

- Für autarke Anwendungen können Solarpanels mit USB C Anschluss auch Powerbanks laden oder direkt an kleine Powerstations angeschlossen werden.
- Wenn kein 230-V-Ausgang benötigt wird, ist eine kompakte USB-C-orientierte Lösung oft sinnvoller als eine große Powerstation.
- Werden Powerstations über Solarpanels geladen, müssen die Spannungsbereiche von Solarpanel und Powerstation zueinander passen. Dies steht in der Anleitung der Powerstation. Es gibt große Unterschiede in der Ladeleistung.
- Je öfter die Spannungsebene gewandelt wird, desto mehr Verluste entstehen
- Einen 12V Akku kann man auch direkt aus Solarpanel (15..20V) laden. Sog. „PWM-Solarlageregler“ bringen meiner Erfahrung nach nichts. Sog. „MPPT-Regler“ (Maximum Power Point Tracker) sind besser, kosten allerdings deutlich mehr.

7. Anwendung im Shack

- Viele unterschiedliche Spannungen sind nötig:
 - 20V für Monitor und Notebook und Akkuladegeräte, wenn über USB-C versorgt
 - 12V für Funkgeräte, Antennentuner, Koaxrelais
 - 9V für drahtlose Kopfhörer
 - 5..12V: Ladegeräte für Handfunkgeräte, Netzwerk Switch
 - 5V für USB Hubs
- Idee: Viele Steckernetzteile durch ein Universalnetzteil ersetzen.  Schaltnetzteile können EMV Störungen verursachen!
- Geräte mit Trigger Boards/Kabeln anschließen: Aufgeräumtes Shack, weniger Kabel, weniger Steckdosenleisten
- Empfehlenswert ist ein USB Tester ^[10], der die PD-Modi simulieren und testen kann



Vielen Dank!

7. Glossar

- **QC - Qualcomm Quick Charge:** Oft bei älteren Ladegeräten mit USB A zu finden. Speziell für Smartphones. Max. 12V/18W
- **PD - Power Delivery:** Aktuelle standardisierte Technik
 - Max. 240W in Rev. 3.1
 - Max. 100W in Rev. 3.0
- **PPS - Programmable Power Supply:** Neueste Erweiterung, dynamische Anpassung von Ladespannung/strom während des Ladevorgangs.
- **PIA, PIA 2.0, PIA h.0, PIA h.0:** Auch „PowerIQ“ genannt. Proprietäre Ladetechnologie von Anker

8. Quellenverzeichnis

- [1] USB-IF: USB Charger / USB Power Delivery
<https://www.usb.org/usb-charger-pd>

- [2] USB-IF Developer Update zu USB PD 3.1:
https://www.usb.org/sites/default/files/2021-05/USB%20PG%20USB%20PD%203.1%20DevUpdate%20Announcement_FINAL.pdf

- [3] INIU P64-E1: <https://iniushop.com/products/iniu-p64-e1-power-bank-fastest-140w-compact-25000mah>

- [4] AliExpress Trigger Board: <https://de.aliexpress.com/item/1005008369234535.html>

- [5] AliExpress Trigger-Kabel:
<https://de.aliexpress.com/item/1005010652706809.htmlhttps://www.iallpowers.de/collections/faltbares-solarpanel/products/allpowers-100w-faltbares-solarpanel-sp012>

- [6] Reichelt Elektronik Trigger Boards: Artikel „DEBO USB-PD 1“ und folgende

- [7] Pollin Elektronik Trigger Board: Artikelnummer 812029

- [8] Ladetechnologien erklärt: https://service.anker.com/de/article-description/Was-ist-der-Hauptunterschied-zwischen-QC-PD-PPS-PIQ-Ladeger%C3%A4ten?ref=Home_Page

- [9] Datenblatt USB-PD-Controller Texas Instruments TI TPS65987D:
<https://www.ti.com/product/TPS65987D>

- [10] [USB C Tester KWS X1](#)

- [11] [Aideepen 3 x 3S 20A Li-Ion-Ladegerät Platine PCB BMS 12,6 V](#)

- [12] [Solartasche 18V/5A Allpowers SP012](#), oft bei ebay für ~100€ erhältlich