

USB-PD - USB Power Delivery

USB-PD ist eine Spezifikation, um über die stromführenden Stecker und Leitungen des USB-Kabels akkubetriebene Geräte aufzuladen. USB-PD ist dabei vom eigentlichen USB-Standard unabhängig. Dahinter steckt die Idee für ein universelles Netzteil, das für Smartphones, Tablets, Notebooks und auch andere Geräte des täglichen Bedarfs geeignet ist. Vorausgesetzt wird auf beiden Seiten die USB-C-Steckverbindung.

Bei Smartphones und Tablets ist das Laden mit einem einfachen USB-Netzteil normal. Bei Notebooks ist das Laden per USB praktisch nicht möglich. Erst mit USB Power Delivery können auch Notebooks per USB geladen werden. Dabei können bestimmte Geräte Leistung annehmen und auch wieder abgeben (Dual Role Port, DRP), also andere Geräte laden.

Mit USB-PD wurden die Standard-Spannungsstufen (Standard Power Range, SPR) von 5, 9, 12, 15 und 20 V definiert. Es gibt auch höher Spannungen (Extended Power Range, EPR) von 28, 36 und 48 Volt. Darüberhinaus gibt es Netzteil, die Spannung von 3,3 bis 21 V stufenlos einstellen können. Je nach Netzteil können dabei bis zu 5 Ampere (Strom) geliefert werden. Aber nicht jedes Netzteil kann alle Spannungsbereiche und 5 Ampere liefern. Außerdem bedarf es spezieller Kabel, die USB-PD mit den entsprechenden Leistungsmerkmalen und Leistungsstufen unterstützen.

Wenn ein USB-Gerät mit einem USB-C-Netzteil verbunden wird, dann versucht es zuerst, eine Verbindung über ein PPS-Profil herzustellen. Wenn das USB-C-Netzteil nicht PPS-fähig ist oder der PPS-Spannungsbereich unter der ausgewählten Spannung liegt, wird ein festes PD-Profil verwendet.

Eine Strombegrenzung gibt es nicht. Es kann bis zum Nennstrom des Netzteils Strom gezogen werden. Es muss mindestens der Strom des PD-Profiles möglich sein. Eine höhere Stromentnahme wird in der Regel dazu führen, dass das Netzteil nach einigen Sekunden zurückgesetzt und neu verbunden wird. Das ist eine Standard-Sicherheitsfunktion in USB-PD-Netzteilen.

Beherrscht ein USB-Netzteil Extended Power Range (EPR), dann können die PD-Quelle und eine PD-Senke die Spannungsstufen 28, 36 und 48 Volt vereinbaren, was bei einem Strom von 5 Ampere einer Leistung von bis zu 240 Watt entspricht.

Wenn man USB-C-auf-USB-A-Kabel verwendet, dann gibt es darüber kein PD und das USB-C-Netzteil kann dann nur 5 Volt. Aber, damit das funktioniert, ist ein Widerstand von der CC-Leitung zum VBUS (Pullup) auf der USB-C-Seite des Adapters oder Kabels notwendig. Der Widerstand signalisiert dem USB-C-Gerät, egal ob es sich um eine Stromquelle oder -senke handelt, die Versorgung mit 5 Volt.

Unabhängig davon kann eventuell Schnellladen mit Quick Charge oder ein anderes proprietäres Ladeprotokoll bei einem Smartphone funktionieren.



Neue Auflage


[\(/shop/buecher/computertechnik-fibel/\)](/shop/buecher/computertechnik-fibel/)

Computertechnik-Fibel

Computertechnik neu verstehen - jetzt in der 6. Auflage

Die Computertechnik-Fibel ist in einer vollständig überarbeiteten 6. Auflage als Buch, eBook und Bundle erschienen.

Statt einzelne Teile zu lernen, entwickelst du ein Gesamtverständnis moderner Computersysteme. Von der Hardware, Betriebssysteme, Virtualisierung, KI und Quantencomputer.

Zur Produkteinführung zum Sonderpreis bestellen (</shop/buecher/computertechnik-fibel/>)

inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten

Übersicht: Stromversorgung über den USB

Über die Kabelverbindungen versorgt der USB einfache Geräte, wie Maus, Tastatur und Flachbett-Scanner mit Strom. Abhängig vom Standard reicht die Leistung von 500 mW, 2,5 bis 4,5 und 7,5 Watt. Leider ist das in der Regel zu wenig, um USB-Geräte mit ausreichend Strom zu versorgen. Deshalb werden viele USB-Ports außerhalb der zulässigen Leistungswerte betrieben.

Ein Endgerät, z. B. ein Smartphone muss dem Netzteil immer aktiv mitteilen, welche Kombination aus Spannung und Stromstärke gefordert ist. Sonst ist nur USB 2.0 mit 5 Volt und 0,5 Ampere (500 mA) erlaubt. In der Praxis halten sich viele Endgeräte nicht an diese Vorgaben von USB 1.0, USB 2.0, USB 3.0 und USB-BC und missachten die Pflicht einen hohen Strombedarf anzumelden, weshalb es immer wieder Probleme gibt.

- [Stromversorgung mit USB \(2212141.htm\)](#)

Um die bei der Stromversorgung auftretenden Probleme zu lösen, wurde mit USB Power Delivery (USB-PD) eine Spezifikation zur Stromversorgung über den USB herausgebracht. So kann man  ein Gerät über eine USB-C-Steckverbindung weit über 100 Watt Leistung liefern. Zum Beispiel zum Laden

eines Notebooks.

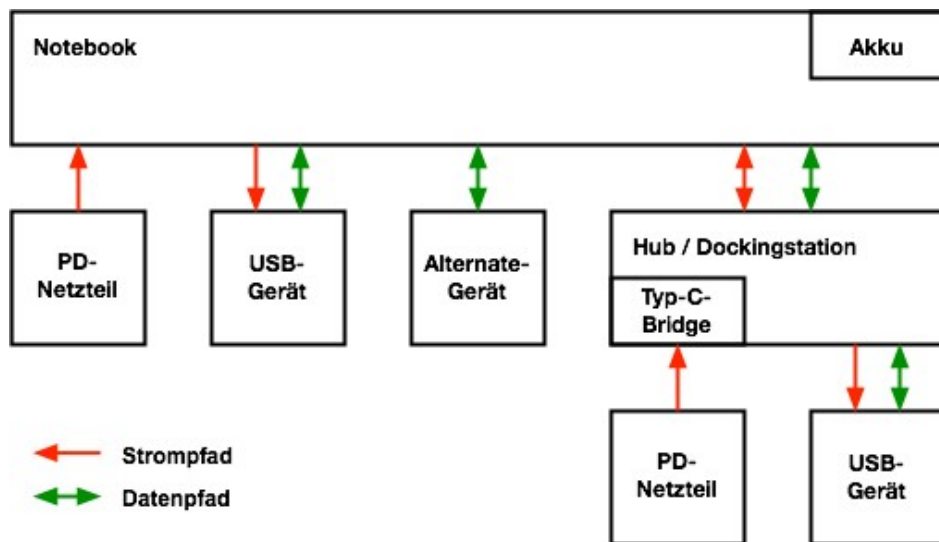
- **USB 1.1** erlaubt nur 500 mW. Das heißt, bei 5 Volt dürfen die Geräte höchstens 100 mA Strom ziehen.
- Bei **USB 2.0** sind 2,5 Watt erlaubt. Das heißt, bei 5 Volt dürfen die Geräte 500 mA Strom ziehen. Für Tastaturen, Mäuse und USB-Sticks reicht das aus. Aber nicht für externe Festplatten. Trotzdem ziehen einige Geräte einen höheren Strom. Entweder liefert das Motherboard mehr Strom oder man arbeitet mit Y-Adaptern, die eigentlich verboten sind.
- Bei **USB 3.0** sind 4,5 Watt erlaubt. Das heißt, bei 5 Volt dürfen die Geräte 900 mA Strom ziehen, was das Problem mit der Stromversorgung über den USB meistens löst, aber nicht immer.
- Mit **USB Battery Charging (USB-BC)** kommt ein Modus hinzu, bei dem das speisende Gerät eine Mindestspannung von 4,75 Volt und einen Mindeststrom von 1,5 Ampere liefern muss. Damit ist das Laden von Smartphones und Tablets über den USB möglich.
- Die **Spezifikation des USB-C-Steckers** sieht bis zu 15 Watt bzw. 3 Ampere bei normalen Kabeln vor (Mindestbelastbarkeit). Darüberhinaus muss das Kabel mit dem Gerät kommunizieren können.
- Mit **USB Power Delivery (USB-PD)** gibt es ein Protokoll, bei dem die elektronisch markierten Kabel (integrierter Chip) aushandeln, wie viel Strom über das Kabel übertragen werden darf. Das heißt, die Quelle liefert dem Verbraucher die möglichen Spannungs- und Stromwerte. Der Verbraucher sucht sich davon etwas aus und fordert das von der Quelle an. Erst dann schaltet die Quelle die Spannung auf die entsprechenden Pins. Grundsätzlich dürfen Quellen auch andere Werte, als die in der USB-PD-Spezifikation angegebenen Werte liefern. Aber maximal nur 5 Ampere bei 20 Volt, also maximal 100 Watt. Bei USB-PD Version 3.1 sind sogar bis 240 Watt möglich.

Übersicht: Spannung, Strom und Leistung

Spezifikation	Spannung	Strom	Leistung
USB 1.0/1.1	5 V	0,1 A	0,5 W
USB 2.0	5 V	0,5 A	2,5 W
USB 3.0/3.1/3.2	5 V	0,9 A	4,5 W
USB-BC 1.2	ca. 5 V	min. 1,5 A	min. 7,5 W
USB-Typ-C	5 V	3 A	15 W
USB-PD	5 bis 20 V	bis 5 A	bis 100 W
USB-PD 3.1	28 bis 48 V	bis 5 A	bis 240 W

USB-PD-Topologie





Damit sich ein Smartphone an einem Notebook auflädt, und nicht umgekehrt, gibt es eine definierte Flussrichtung, die unabhängig vom Betriebssystem und Betriebszustand funktioniert. Auf diese Weise lassen sich auch ausgeschaltete Geräte laden.

Dazu sieht USB-PD Stromlieferanten (Provider), Konsumenten (Consumer) und Kombigeräte vor. Die lassen sich in einem USB-Baum beliebig verteilen. Ladeflussrichtung und Maximalleistung des Profils werden pro Kabelverbindung individuell ausgehandelt.

Damit das Gebilde auch mit älteren Geräten funktioniert, sind USB-A-Buchsen zuerst Provider und USB-B-Buchsen Consumer. Sofern nichts dagegen spricht, stellt sich die Ladeflussrichtung automatisch um.

Wie funktioniert USB-PD?

Netzteil und Endgerät handeln die Kombination aus Spannung und Strom und damit die Leistung aus (Profil). Dazu bietet das Netzteil die verfügbaren Kombinationen an und das Endgerät sucht sich daraus ein geeignetes Profil aus. Dabei berücksichtigt USB-PD die Laderichtung der miteinander verbundenen Geräte.

Bei einem USB-Kabel vom Typ USB-C handeln die beteiligten Geräte Ladespannung und Ladestrom über den Control Channel (CC) des USB-C-Steckers aus.

Bei einem USB-C-Kabel mit USB-PD befindet sich im Stecker ein Chip, der mit geeigneten Ladeprofilen markiert ist. Dabei werden die elektrischen Eigenschaften des Kabels berücksichtigt. Wenn das beteiligte Kabel sich nicht an der Aushandlung der Profile beteiligt, weil es nur ein einfaches Kabel ist, dann wird über dieses Kabel nicht mehr als 3 Ampere übertragen. Indizien für brauchbare Ladekabel sind kurze und dicke Leitungen.

USB-PD-Profile

Profil (Modus)	Spannung	max. Strom	max. Leistung	Endgeräte
1 (SPR)	5 V	2 A	10 W	Standard-Profil für die Inbetriebnahme, kleine mobile Geräte, Endgeräte, Smartphones, Handys, usw. 
2 (SPR)	5 V	2 A	18 W	Tablets, kleine Notebooks, zukünftige Endgeräte

	12 V	1,5 A		
3 (SPR)	5 V	2 A	36 W	Kleine Notebooks, größere Endgeräte
	12 V	3 A		
4 (SPR)	5 V	2 A	60 W	Große Notebooks, Hubs, Docking-Stationen
	12 V	3 A		
	20 V	3 A		
5 (SPR)	5 V	2 A	100 W	Workstations, Hubs, Docking-Stationen
	12 V	5 A		
	20 V	5 A		
EPR	28 V	5 A	140 W	
	36 V	5 A	180 W	
	48 V	5 A	240 W	

Die Spezifikation sieht fünf Profile für unterschiedliche Einsatzzwecke vor. Profil 1 entspricht den heutigen 10-Watt-Netzteilen (5 V mit maximal 2 A) und ist das einzige Profil, welches mit den üblichen USB-Kabeln realisierbar ist. Die höheren Profile benötigen spezielle Kabel, die für höhere Spannungen und Ströme ausgelegt sind.

Die Profile 2 und 3 bieten zusätzlich zur Standardspannung von 5 Volt auch 12 Volt mit maximal 3 A, die Profile 4 und 5 darüber hinaus auch 20 Volt mit maximal 5 A (100 Watt).

Hinweis: Über Micro-USB-Steckverbinder gehen maximal 3 Ampere (bei 5 Volt). Über normalgroße Steckverbinder (A- und B-Stecker) 5 Ampere (bei 5 Volt). USB-PD setzt im hohen Leistungsbereich eine USB-C-Steckverbindung bei beiden Kabelenden voraus.

- [USB-C-Stecker \(2009021.htm\)](#)

USB-PD Revision 3.1

Modus	Spannung	Strom	Leistung
SPR	5 V	3 / 5 A	15 / 25 W
	9 V	3 / 5 A	27 / 45 W
	12 V	3 / 5 A	36 / 60 W
	15 V	3 / 5 A	45 / 75 W
	20 V	3 / 5 A	60 / 100 W
EPR	28 V	5 A	140 W
	36 V	5 A	180 W
	48 V	5 A	240 W



PPS - Programmable Power Supply (USB-PD Version 3.0)

Um die Ladezeiten kurz zu halten, hat jeder große Hersteller von Smartphones eine Schnellladefunktion implementiert. Damit die Hersteller keine eigene proprietäre Schnellladefunktion entwickeln müssen existiert ein USB-PD-Zusatz für Fast-Charge-zertifizierte USB-C-Netzteile.

USB Power Delivery Version 3.0 ist der erste offizielle Schnelllade-Standard, der proprietäre Lösungen wie Qualcomms QuickCharge und Apples Lightning ersetzen kann. Quickcharge 4.0 entspricht technisch der Umsetzung von USB-PD. Quickcharge 4+ ist kompatibel zu USB-PD.

Mit USB-PD 3.0 werden die bisherigen Power-Profile mit der festen Zuordnung von Spannung und Maximalstrom durch flexible Power Rules abgelöst. Hierbei gilt, je höher die Nennleistung, desto mehr Kombinationen sind möglich.

Programmable Power Supply, PPS, erlaubt USB-Netzteilen nicht nur feste Stufen oberhalb von 5 Volt bereitzustellen, sondern dynamisch breite Spannungsintervalle zu durchlaufen. Dabei regelt das Netzteil die Spannung bedarfsgerecht in feinen Schritten. Im Smartphone sitzt hierfür ein vergleichsweise dummer Regler, der in einem fest vorgegebenen Verhältnis transformiert. Solche Regler sind günstig und arbeiten zudem immer effizient am optimalen Betriebspunkt. Das Netzteil ermittelt laufend, welche Spannung es bereitstellen soll.

Beispiel 1: Ein 18-Watt-Netzteil muss diese 18 Watt als Kombination aus 9 Volt und 2 Ampere liefern. Oder auch 5 Volt mit bis zu 3 Ampere.

Beispiel 2: Ein 50-Watt-Netzteil kann 5, 9 und 15 Volt mit jeweils 3 Ampere liefern. Zusätzlich auch 20 Volt mit bis zu 2,5 Ampere.

Hinweis: Ströme über 3 Ampere sind nur mit 20-V-Netzteilen ab 45 bis 100 Watt möglich.

Im SPR-Modus bezeichnet man das dynamische Absenken der Spannung als Programmable Power Supply (PPS). Im EPR-Modus bezeichnet man es als Adjustable Voltage Supply (AVS). Hier ist das Absenken jeweils bis hinunter zu 15 Volt vorgesehen.

USB-PD mit bis zu 240 Watt (USB-PD Version 3.1)

In der USB-PD Version 3.1 sind mit Extended Power Range (EPR) die Spannungsstufen 28, 36 und 48 Volt mit jeweils 5 Ampere definiert. Bei 48 Volt und 5 Ampere sind das rechnerisch 240 Watt. Damit eröffnet USB-PD neue Möglichkeiten der Stromversorgung. Neben leistungsstarken Notebooks und Desktop-PCs können auch ganz andere Geräteklassen mit Strom versorgt werden.

Unter anderem unterscheidet USB-PD zwischen Standard Power Range (SPR) mit maximal 3 Ampere und Extended Power Range (EPR) mit maximal 5 Ampere.

Dazu sind allerdings Änderungen an den Steckern notwendig:

- Im Stecker sind andere Kondensatoren notwendig, damit beim Abstecken unter Spannung keine Lichtbögen entstehen und die Kontaktpins beschädigen.
- Die elektronische Markierung muss einen EPR-Hinweis enthalten, weil sonst maximal 3 Ampere fließen dürfen.
- Die Kabel bzw. Stecker sind entsprechend gekennzeichnet.



Auf Protokollebene wird zwischen dem SPR-Modus und dem EPR-Modus unterschieden. Im SPR-

Modus muss eine Energie-Quelle dem Verbraucher mitteilen, welche Modi es bietet, und der Verbraucher muss mitteilen, welchen Modus er gerne hätte. Erst nach einer erfolgreichen Einigung werden mehr als 5 Volt geschaltet.

Sofern verfügbar, wird dann mit der Aushandlung im EPR-Modus begonnen. Anders als beim SPR-Modus müssen beide Teilnehmer auch nach der Aushandlung weiter miteinander kommunizieren. Aus Sicherheitsgründen muss die Energie-Quelle die hohen Spannungen sofort abschalten, wenn der Verbraucher nicht mehr antwortet.

Probleme mit USB Power Delivery

Die Stromversorgung über den USB war in der Vergangenheit immer schon problematisch. Und mit USB-PD wird sich das nicht ändern. Damit die Schnellladung mit USB-PD funktioniert, braucht es USB-PD-fähige Gegenstellen und das Kabel muss ein dafür geeignetes Power-Delivery-Kabel sein.

Es lässt sich schwer beurteilen, wie gut die Aushandlung von Spannung und Strom zwischen den Geräten und Kabeln unterschiedlicher Hersteller gelingt. In der Praxis scheitert das an ganz einfachen Dingen. Nicht alle Hosts, Peripheriegeräte, Hubs und Netzteile kooperieren miteinander. Insbesondere Netzteile und Notebooks unterschiedlicher Hersteller sind typischerweise nicht frei miteinander kombinierbar.

Abhängig von Gerät, Netzteil und Kabel werden einige Geräte zwar laden, aber dann nur langsam. Ohne eine Spannung über 5 Volt sind nur maximal 15 Watt möglich. Dass das Laden auf nur 3 Ampere begrenzt wird, dafür reicht schon das falsche Kabel. Es bedarf eines aktiven USB-Kabels mit elektronischen Komponenten im USB-C-Stecker, damit mehr als 3 Ampere durchgeleitet werden dürfen.

Erschwerend enthält die USB-PD-Spezifikation einige Lücken, weshalb in der Praxis seltsame Verhaltensweisen auftreten können. So ist in der Spezifikation nicht angegeben, wie sich Geräte verhalten sollen, wenn Stromangebot und -nachfrage nicht zusammenpassen. Unklar ist zum Beispiel, wie sich ein Notebook verhält, wenn versucht wird es mit einem einfachen Smartphone-Netzteil zu laden.

Desweiteren bleibt offen, was passiert, wenn in einem USB-Netzwerk mehr als eine Spannungsquelle vorhanden ist. Zum Beispiel zwei Netzteile. Denkbar wäre, dass eines der Netzteil ignoriert wird. Denkbar wäre aber auch eine intelligente Erkennung, ob ein Netzteil abgezogen wird und dann die Energieversorgung vom zweiten Netzteil abgegriffen wird. Eine entsprechende Ladefunktion vorausgesetzt, könnten auch beide Netzteile parallel genutzt werden. Die Lösung bleibt den Herstellern überlassen.

Übersicht: USB - Universal Serial Bus

- [USB - Universal Serial Bus \(0312021.htm\)](#)
- [USB 2.0 - HighSpeed-USB \(1310071.htm\)](#)
- [USB 3.0/3.1/3.2 - SuperSpeed-USB \(1310061.htm\)](#)
- [USB4 \(2408021.htm\)](#)
- [USB-Stecker und Steckerbelegung \(0902081.htm\)](#)
- [USB-C-Stecker \(2009021.htm\)](#)
- [Stromversorgung mit USB \(2212141.htm\)](#)
- [USB-Auth - USB-Authentication \(2408011.htm\)](#)



Weitere verwandte Themen:

- [Schnittstellen \(Computer\) \(0310281.htm\)](#)
- [Schnittstellen \(Übertragungstechnik\) \(1904111.htm\)](#)
- [Belegung der PC-Stromversorgungsstecker \(0601151.htm\)](#)
- [PC-Netzteile / Computer-Netzteile \(1112041.htm\)](#)

Lernen mit Elektronik-Kompodium.de

Noch Fragen?

Los, frag mich was

Antwort

Bewertung und individuelles Feedback erhalten

Freitextaufgaben zum Artikel beantworten, korrigieren lassen und zum Profi werden.

Los gehts

Aussprache von englischen Fachbegriffen

Wie spricht man das aus?

Aussprache



[\(/shop/buecher/computertechnik-fibel\)](/shop/buecher/computertechnik-fibel)

Computertechnik-Fibel

Alles was du über Computertechnik wissen musst.



Die Computertechnik-Fibel ist ein Buch über die Grundlagen der Computertechnik, Prozessortechnik,

Halbleiterspeicher, Schnittstellen, Datenspeicher, Laufwerke und wichtige Hardware-Komponenten.

Das will ich haben! (/shop/buecher/computertechnik-fibel)

Artikel-Sammlungen zum Thema Computertechnik

Alles was du über Computertechnik wissen solltest.



(/shop/collection/it-trends)

Trends in der IT

eBook kaufen (/shop/collection/it-trends)



(/shop/collection/

crashkurs-it)

Crashkurs IT

eBook kaufen (/shop/collection/crashkurs-it)



(/shop/collection/

digitalisierung)

Digitalisierung

eBook kaufen (/shop/collection/digitalisierung)



(/shop/collection/

quantentechnik)

Quantentechnik

eBook herunterladen (/shop/collection/quantentechnik)

Folge uns



(https://www.facebook.com/ElektronikKompodium)



(https://www.instagram.com/elektronikkompodium/)



(https://www.twitter.com/dasELKO)



(/news/feed/)



(/service/newsletter/index.htm)



Das Buch zu dieser Webseite

Computertechnik-Fibel



(/shop/buecher/computertechnik-fibel)

Kundenmeinung:



"Die Computertechnik-Fibel ist wirklich verständlich geschrieben, frei von Ballast und ein tolles Nachschlagewerk. Insgesamt ein sehr empfehlenswertes Buch."

Computertechnik-Fibel jetzt bestellen! (/shop/buecher/computertechnik-fibel)

Das Buch zu dieser Webseite

Netzwerktechnik-Fibel



(/shop/buecher/netzwerktechnik-fibel)

Kundenmeinung:

"Da Bücher, die einfach zu verstehen sind, schwer zu finden sind, habe ich die Investition in die Netzwerktechnik-Fibel nicht bereut."





[Netzwerktechnik-Fibel jetzt bestellen! \(/shop/buecher/netzwerktechnik-fibel\)](/shop/buecher/netzwerktechnik-fibel)

Elektronik-Kompodium.de

[Impressum \(/service/impressum.htm\)](/service/impressum.htm)

[Datenschutz \(/service/datenschutz.htm\)](/service/datenschutz.htm)

