

USB-C: Der Alleskönner



USB Typ-C kann mehr als bisherige USB-Anschlüsse und verhindert Kabelsalat: Monitor, Mobilgerät oder Kopfhörer werden mit PC oder Notebook über ein Kabel verbunden – und gleichzeitig mit Strom versorgt.

Ein Kabel für alles, das ist die Grundidee hinter USB Typ C. Der kleine verdrehsichere Anschluss beansprucht wenig Platz und passt deshalb auch in superschlanke Notebooks und dünne Smartphones. Über USB-C werden nicht nur Daten transportiert, sondern auch Video- und Audiosignale und sogar Ladestrom für Smartphone, Tablet oder Notebook.

Vorteile von USB-C

Der auffälligste und praktischste Vorteil von USB-C ist der verdrehsichere Stecker – er kann beliebig herum in die Buchse gesteckt werden und funktioniert in beiden Orientierungen. Das lästige Gefummel wie bei herkömmlichen USB-Steckern entfällt also.

Außerdem ist die USB-C-Buchse ein Alleskönner, denn sie vereint gleich mehrere Funktionen: Sie ist klassischer USB-Port zur Datenübertragung ebenso wie Anschluss für Tastatur und Maus, DisplayPort für externe Monitore, HDMI für TV-Geräte, Ersatz für die Audio-Klinkenbuchse für Kopfhörer und Ladebuchse für Mobilgeräte.

Ein weiterer Vorteil liegt in der schnellen Datenübertragung, denn dank USB 3.1 SuperSpeed USB 10 GBit/s fließen Daten doppelt so schnell wie per USB 3.0 – an neuen MacBooks dank Thunderbolt 3 sogar noch schneller. Und obwohl USB 3.1 noch nicht in allen PC-Chipsätzen angekommen ist, soll die Datenrate von USB 3.1 mit USB 3.2 erneut verdoppelt werden. An den USB-C-Anschlüssen, die noch nicht das SuperSpeed mit 10 Gbit/s beherrschen, muss man sich mit SuperSpeed und 5 Gbit/s begnügen, in seltenen Fällen sogar nur mit USB-2.0-Geschwindigkeit und 40 MByte/s. Welche Ausführung unterstützt wird, hängt vom jeweiligen Gerät ab.

Wer Geräte oder USB-Sticks mit Typ-A-Stecker an Notebook, Smartphone oder PC mit Typ-C-Buchse betreiben möchte, benötigt einen Adapter.



USB 3.2. verdoppelt Transferrate auf 20 Gbit/s

Obwohl die vor einigen Jahren mit USB 3.1 eingeführte 10-Gbit/s-Geschwindigkeitsstufe noch nicht in allen PC-Chipsätzen angekommen ist, steht bereits die nächste Stufe vor der Tür: USB 3.2 verdoppelt die Datenrate erneut, sodass bis zu 20 Gbit/s übers USB-Kabel fließen.

Letzteres muss dabei allerdings ein Kabel mit je einem USB-C-Stecker an beiden Enden sein. Bei der neuen Stufe wird nämlich nicht wie gehabt die Datenrate eines Links verdoppelt, sondern stattdessen ein in vollbeschalteten USB-C-Kabeln vorhandenes zweites Adernpärchen parallel genutzt. Dadurch ergeben sich keine neuen Einschränkungen hinsichtlich der Kabellänge.

In USB-C-Kabeln mit einem Typ-A- oder -B-Stecker auf der anderen Seite fehlt das zweite Adernpärchen (und die benötigten Kontakte im Stecker), sodass es hier weiterhin maximal 10 Gbit/s gibt. Das zweite Adernpärchen wird bislang übrigens bereits bei USB-C-Docking für DisplayPort-Signale verwendet; auch in solchen Szenarien sind also 20 Gbit/s nicht möglich.

Neue Bezeichnungen mit der Einführung von USB 3.2

Bislang gab es viel Verwirrung, weil schon USB 3.1 mehrere Geschwindigkeitsklassen umfasst: Gen 1 (5 Gbit/s wie bei USB 3.0) und Gen 2 (10 Gbit/s). Das wird nicht besser: Die 20-Gbit/s-Stufe von USB 3.2 hört nämlich nicht auf Gen 3, sondern auf Gen 2x2. Das ist technisch korrekt, aber wenig nutzerfreundlich.

Offiziell propagiert das Standardisierungsgremium USB-IF (Universal Serial Bus Implementers Forum) deshalb ab sofort die drei Bezeichnungen SuperSpeed USB, SuperSpeed USB 10 Gbit/s und SuperSpeed USB 20 Gbit/s. Die bisherige 10-Gbit/s-Bezeichnung SuperSpeedPlus ist hingegen schon wieder obsolet, obwohl der Schriftzug „SuperSpeed+“ weiterhin das zugehörige Logo zierte.

Aus Thunderbolt 3 wird USB 4

Aus zwei Schnittstellen wird eine: Intel und das Standardisierungsgremium USB-IF (Universal Serial Bus Implementers Forum) haben bekanntgegeben, dass Intel die Protokollspezifikation von Thunderbolt an das USB-IF übergibt. Wie bei USB können fortan interessierte Hersteller passende Chips herstellen, ohne dass sie dafür Lizenzgebühren zahlen müssten – das war bei Thunderbolt nötig. USB-IF wird frisch

hinzugewonnenes Know-How nutzen, um die kommende USB-Version 4 auf eine Datentransferrate von bis zu 40 Gbit/s zu heben.

Zur technischen Realisierung gibt es nur vage Aussagen. Eventuell wird USB 4 nicht viel mehr sein als Thunderbolt 3 mit zusätzlichem Lane-Bonding für USB 3.2, das bisherige TB3-Chips nicht beherrschen. Damit wäre das erklärte Ziel, dass zwei Geräte mit USB-C-Steckern die jeweils bestmögliche Geschwindigkeit aushandeln, über alle bisherigen Stufen bis hinab zu USB 2.0 möglich – und auch die angestrebte Rückwärtskompatibilität zu Thunderbolt 3.

Thunderbolt-3-Funktionen und -Bandbreite lösen wiederum für Notebooks und Tablets das Docking-Problem: Bei USB-C-Docking über Alt-Modi werden die zwei Datenleitungen fix je einer Aufgabe zugeteilt, was sowohl DisplayPort- als auch USB-Fähigkeiten einschränkt. Thunderbolt 3 bringt nicht nur eine höhere Bandbreite, sondern auch eine flexiblere Aufteilung derselben mit sich. Wann es erste Geräte mit USB-4-Controllern geben wird, ist allerdings noch unklar.

USB-Zertifikate

Das USB-IF hat zudem bekanntgegeben, dass sich der Dienstleister DigiCert um das Schlüsselmanagement und andere kryptografische Aufgaben rund um den Zusatzstandard USB Type-C Authentication kümmern wird. Mit den digitalen Zertifikaten schafft das USB-IF einen offenen Standard für Sicherheit: Will ein als USB-Netzteil zertifiziertes Gerät dem Host beispielsweise eine USB-HID-Tastatur unterschieben, dann weist dies auf kompromittierte Hardware hin und der Host kann die Verbindung ablehnen. Unternehmen können wiederum nur ausgewählte Peripherie an Firmen-Notebooks zulassen, ohne dass die Admins die Buchsen aus Sicherheitsgründen vollständig abschalten müssen.

Schließlich können Hersteller auch ganz generell Drittanbieter-Komponenten zertifizieren und für den Betrieb an eigener Hardware zulassen. Wen dies an Apples MFI-Programm (made for iPhone) erinnert: Laut USB-IF-Chef Jeff Ravencraft war Apple eine treibende Kraft hinter dem Authentication-Standard.

Ältere Geräte per USB-C-Adapter anschließen

Um ältere Geräte mit USB-A-Steckern an USB-C-Buchsen zu nutzen, benötigt man Adapter. Passive Adapter verbinden lediglich die für USB 2.0, USB 3.x und die zur Stromversorgung nötigen Kontakte eines Typ-C-Steckers mit der Typ-A-Buchse. Sie dienen ebenso wie vergleichbare Adapter von USB-C auf USB mit Typ-B-Eingang als elektromechanische Brücke.

DisplayPort-Adapter für Typ-C-Buchsen haben mehr Eigenintelligenz; sie verwenden den „Alt Mode“ von USB-C (siehe Info-Kasten unten). Damit ein Monitor an USB-C per Alt Mode funktioniert, muss die Signalquelle – also das Notebook oder der PC – DisplayPort-Signale an seiner USB-C-Buchsen ausgeben.

Zusätzliche Wandler-Chips im Alt-Mode-Adapter bereiten DisplayPort-Signale für HDMI 1.4 oder sogar HDMI 2.0 mit dann 4K-Auflösung auf. Die meisten dieser aktiven Adapter begnügen sich derzeit allerdings mit Full-HD-Auflösung und

übermitteln 4K-Signale nur mit 30 Hz Bildwiederholfrequenz – sogar HDMI-Adapter, die als "4K-fähig" gekennzeichnet sind.

Einige Monitore haben bereits selbst einen USB-C-Port eingebaut. Sie nehmen darüber Videosignale von USB-C-Quellen entgegen – aktuell handelt es sich dabei ausschließlich um DisplayPort-Signale im Alt Mode von USB-C.

USB-Standards		
Name	schnellster Transfermodus	Transferrate brutto (Praxis)
USB 3.2 (USB 3.2 Gen 2x2)	SuperSpeed USB 20 GBit/s	20 GBit/s (1.800 MByte/s)
USB 3.1 (USB 3.1 Gen 2)	SuperSpeed USB 10 GBit/s	10 GBit/s (> 900 MByte/s)
USB 3.0 (USB 3.1 Gen 1)	SuperSpeed USB	5 GBit/s (480 MByte/s)
USB 2.0	HighSpeed	480 MBit/s (36 - 44 MByte/s)
USB 1.0	FullSpeed	12 MBit/s (1 MByte/s)
USB 1.0	LowSpeed	1,5 MBit/s (Tastatur, Maus)
... zum Vergleich		
Thunderbolt 3/NVMe-SSD	PCIe 3.0 x4	40 GBit/s (> 3 GByte/s)
Thunderbolt 2	PCIe 2.0 x4	20 GBit/s (> 1,3 GByte/s)
PCI Express 3.0 x1	–	10 GBit/s (1 GByte/s)
SATA 6G	–	6 GBit/s (560 MByte/s)
Gigabit Ethernet	–	1 GBit/s (110 MByte/s)
WLAN 802.11ac MIMO nah	4 x 4	400 MBit/s (50 MByte/s)
DSL 50 MBit/s	–	50 MBit/s (6,3 MByte/s)

Wie erkenne ich, was mein USB-Typ-C-Gerät kann?

Nicht jedes Gerät und jede USB-C-Buchse haben denselben Funktionsumfang. So bieten beispielsweise Smartphones mit USB-C-Buchse häufig nur eine Aufladefunktion und Datenübertragung im HighSpeed-Modus von USB 2.0, also mit eher lahmen 480 MBit/s. An Notebooks mit mehreren USB-C-Buchsen taugt zuweilen ein Port als Display-Anschluss, die anderen dagegen nur zur Datenübertragung oder zum Laden von Mobilgeräten. USB-C-Buchsen von Desktop-PCs liefern häufig lediglich Strom und Daten, aber weder DisplayPort-Signale noch eine höhere Ladeleistung.

Zur leichteren Identifizierung gibt es einen umfangreichen Logo-Satz, der beschreibt, was das jeweilige Typ-C-Gerät kann. Leider verwendet nicht jeder Hersteller diese Logos – dann hilft nur noch der Blick ins Datenblatt oder Handbuch.

Kennzeichnung von USB-Typ-C-Buchsen



USB-C-Ports, die nicht laden können, tragen das bisherige SuperSpeed-Logo.

In der Praxis wird man wahrscheinlich auch etwas probieren müssen, da es nicht nur auf die Ports der beteiligten Geräte ankommt, sondern auch auf die Fähigkeit des Kabels. So braucht man für höhere Ladeleistung beispielsweise spezielle Typ-C-Kabel.

HDMI-Signale über USB-C

Obwohl viele heute erhältliche Typ-C-Docks HDMI-Buchsen für Monitore oder Fernseher bereitstellen, kommt in den Docks mitnichten der HDMI Alternate Mode zum Einsatz. Ein Grund: Die HDMI-Alt-Spezifikation ist noch zu neu, weshalb es noch keine entsprechenden Controller-Chips gibt. Stattdessen werden die Videosignale per DP-Alt übertragen und dann im Adapter nach HDMI gewandelt. Da das etablierte DP-Alt schon jetzt die neueste Iteration DisplayPort 1.4 unterstützt und die Display-Port-Signale im Adapter auf eine HDMI-2.0-Buchse umgesetzt werden können, besteht für Gerätehersteller und Chip-Entwickler kaum Anreiz, HDMI-Alt in der derzeitigen Form überhaupt zu verwenden.

Alt-Modi von USB-C

USB-C-Stecker können mehr als nur USB-Datenübertragung und Stromversorgung, nämlich auch sogenannte alternative Modi (Alternate Modes). Zu solchen abweichenden Pinbelegungen zählen unter anderem DisplayPort (DP-Alt), MHL (MHL-Alt), Thunderbolt 3 (TB-Alt), PCI Express (PCIe-Alt) und seit kurzem HDMI (HDMI-Alt). Einige Pins dürfen aus Sicherheitsgründen oder weil sie festgelegte Funktionen haben nicht umgelegt werden. Für die Alt-Modi stehen dennoch 10 Pins bereit.

Ein prominentes Beispiel für einen Alt-Mode ist DP-Alt: Dieser sieht vor, dass sich die vier DisplayPort-Lanes auf die RX/TX-Pärchen verteilen und der zusätzliche AUX-Kanal (AUX+, AUX-) über SBU1 und SBU2 läuft. Nur bei besonders hohen Auflösungen wird dieser Vollausbau benötigt – sogar 4K-Auflösung mit 60 Hz lässt sich über nur zwei DisplayPort-Lanes (DP-Lanes) schicken.

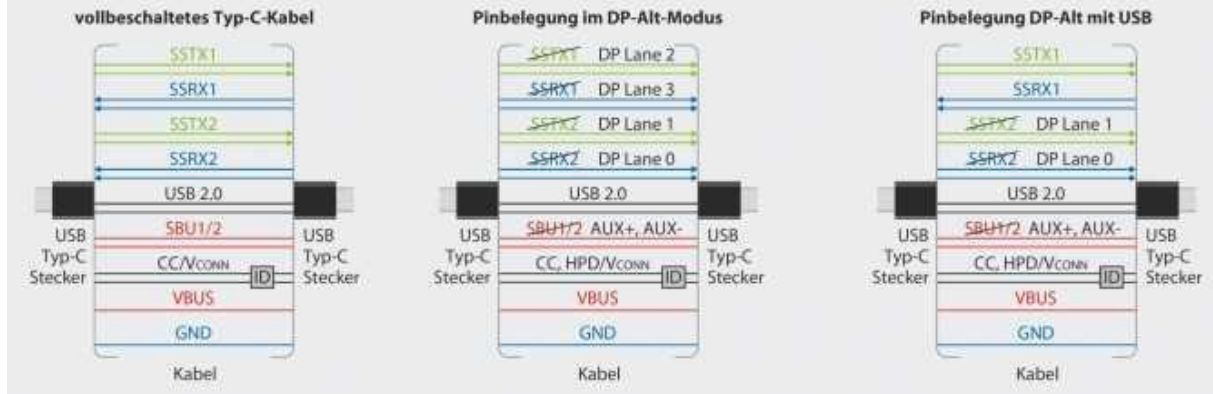
Das 4K-Videosignal lässt sich allerdings nur dann über zwei DP-Lanes schicken, wenn die Lanes im HBR3-Modus mit höherer Bandbreite laufen. Das erklärt auch, warum die USB-Geschwindigkeit manchmal auf USB 2.0 zurückfällt, wenn man einen 4K-Monitor mit 60 Hz statt 30 Hz betreibt.

Es gibt noch eine zweite DP-Alt-Beschaltung, die sich dank Parallelbetrieb für Docking-Lösungen eignet. Im Parallelbetrieb können darüber beispielsweise USB-3.x-Signale und DP-Videosignale gleichzeitig übertragen werden.

Alternative Pinbelegungen

USB 3.x nutzt in einem vollbeschalteten Typ-C-Kabel (links) nicht alle möglichen Leitungen: Das RX2/TX2-Pärchen bleibt ebenso unbenutzt wie SBU1/2. Bei alternativen Modi sieht das anders aus: DP-Alt nutzt alle RX-/TX-Paare für

seine vier Lanes und SBU1/2 für den AUX-Kanal (Mitte). Gängiger ist der zweite DP-Alt-Modus mit nur zwei DP-Lanes (rechts) – dann kann USB 3.x parallel über dasselbe Kabel laufen.



USB-C-Audio und Schnelllader

Die Spezifikation für USB-C-Audio hat derweil ein wichtiges Update bekommen: Es ist nun möglich, über eine USB-C-Weiche gleichzeitig digitale Audiosignale auszugeben und Strom einzuspeisen. Das ist für Smartphones wichtig, die üblicherweise nur eine USB-C-Buchse haben – und keine 3,5-mm-Klinkenbuchse mehr.

Schließlich sollen bis Jahresende USB-C-Netzteile in den Läden stehen, die das neue Fast-Charger-Logo tragen. Letzteres ist etwas missverständlich: Schon mit dem älteren Logo für zertifizierte Ladegerät ist Schnellladen möglich, weil sie dank USB-PD mehr als 5 Volt ausgeben können. Fast-Charger-zertifizierte Netzteile entsprechen zusätzlich der Unternorm PPS (programmable power supply), die es Netzteilen erlauben, nicht nur feste Stufen oberhalb von 5 Volt bereitzustellen, sondern dynamische breite Spannungsintervalle zu durchlaufen. Letzteres funktioniert nur, wenn ein Smartphone dies explizit unterstützt und anfordert – was künftig häufiger der Fall sein soll, weil es den Aufbau der Ladeelektronik im Smartphone stark vereinfacht, dadurch die Komponentenkosten senkt und zudem mehr Platz für Akku & Co. lässt.

USB-C-Adapter und Docks

Das neue Notebook hat als einzigen Anschluss nur noch USB Typ-C und an diesen sollen der Monitor, USB-Laufwerke, Tastatur, Maus und Drucker angeschlossen werden: Hier helfen Hubs oder Mini-Docks, die an einem Ende den USB-C-Stecker und am anderen die fehlenden Ausgänge tragen. Im Beitrag: