



Der universelle Anschluss

Mit der EU-weiten Verpflichtung zum USB-C-Standard sollte die Formatvielfalt der kombinierten Daten- und Ladekabel bald der Vergangenheit angehören.

Jens Kube

Der 1996 eingeführte „Universal Serial Bus“ (USB) sollte die Vielfalt der Datenverbindungen zwischen Computern und Geräten wie Druckern, Tastaturen oder externen Festplatten beenden. Das gelang aber erst nach einiger Zeit: Der Siegeszug begann mit der zweiten großen USB-Version. Zum einen ermöglichte diese eine ausreichend hohe Datenrate bei der Übertragung (Tab. 1), zum anderen unterstützen seither alle gängigen Betriebssysteme den Standard.

Für die Spezifikationen des USB-Standards ist das „USB Implementers Forum“ (USB-IF) zuständig: Für Stecker, Kabel und die Datenübertragung gibt es zahlreiche Vorgaben. Dabei kennzeichnen Buchstaben die Steckertypen; auf welche Art und auf wie vielen Leitungen die Daten übertragen werden, legt eine Ziffernfolge fest – die USB-Version. Die Versionen und Anschlüsse sind nicht alle zueinander kompatibel.

Am Computer dominierten Anschlüsse für die klassischen USB-A-Stecker mit ihrer typischen Rechteckform (Abb. 1a). Auf der Gegenseite, zum Beispiel an Digitalkameras oder Smartphones, finden sich Anschlüsse für die fast quadratischen USB-B-Stecker, Mini-A/B- oder Micro-A/B-Stecker. Die Stecker vom Typ A und B besitzen keine Rotationssymmetrie,

passen also nur in einer Ausrichtung auf den Anschluss – und die möglichen Kombinationen sorgen dafür, dass sich verschiedene Geräte nur mit unterschiedlichen Kabeln verbinden lassen. Das widerspricht der ursprünglichen Idee von USB.

Hier sorgen USB-C-Stecker für Abhilfe. Einerseits erlaubt die rotationssymmetrische Belegung der Kontakte eine einfache Handhabung. Andererseits brauchen die kompakten USB-C-Stecker nur kleine Anschlüsse, die auch in Smartphones und anderen Kleingeräten Platz finden. Gleichzeitig sind sie viel robuster: Laut Spezifikation müssen sich USB-C-Verbindungen mindestens 10 000-mal stecken und lösen lassen – doppelt so oft wie Mini-USB-B und fast siebenmal mehr als USB-A. Das gelingt durch eine bessere Verarbeitung.

USB-C-Stecker besitzen 24 Kontakte, die aufgrund der Symmetrie allerdings auf weniger Adern im Kabel führen. Vier Massekontakte und vier für die Betriebsspannung garantieren die Stromversorgung (Abb. 1b). Beim Standard USB 3.2 stehen die restlichen 16 Kontakte für Send- und Empfangsleitungspaare zur Verfügung inklusive eines Leitungspaares für USB 2-kompatible Daten.

Die Daten werden bitweise auf die Spannungsniveaus der Kabel kodiert

und seriell übertragen. Der Datenstrom besteht aus Nullen und Einsen, wobei bei einer Null der Schaltzustand wechselt, während bei einer Eins die Spannung konstant bleibt. Die Schaltspannung beträgt bei USB 3.2 genau ein Volt. Wegen des fortwährenden Schaltens liegt eine kabelgebundene Hochfrequenzanwendung im Gigahertz-Bereich vor. Um die resultierenden Anforderungen an die Abschirmung der Kabel zu erfüllen, werden diese untereinander verdreht und zusätzlich abgeschirmt.

Mehr als Datentransport

Neben Daten kann eine USB-Verbindung auch elektrische Energie transportieren. Zunächst nutzten dies Geräte mit niedrigem Bedarf: Zum Beispiel versorgten Computer direkt die angeschlossene Tastatur. Im Jahr 2010 führte eine freiwillige Absprache mit der EU dazu, dass immer mehr Hersteller von Mobiltelefonen auf USB-Ladebuchsen setzten. Allerdings reichte die Leistung von 7,5 W der Micro-USB-B-Verbindungen bald nicht mehr aus. Heute ermöglicht USB 3.2 in Kombination mit USB-C-Verbindungen den „Power-Delivery“-Standard, der bis zu 240 W vorsieht. Dazu kann bei „Schnellladekabeln“ ein Chip im Kabel die Spannung der

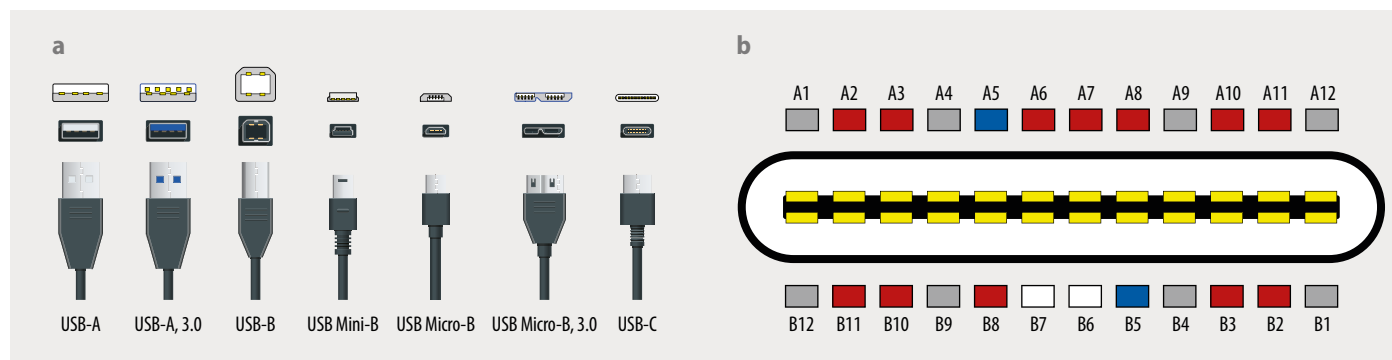


Abb. 1 Die USB-Steckertypen (a) unterscheiden sich sowohl in ihren Abmessungen als auch in der Belegung der einzelnen Kontakte. Eine rotationssymmetrische Anordnung liegt nur beim USB-C-Stecker vor (b). Von den 24 Kontakten dienen acht der Stromversorgung (grau) und zwei der Konfiguration des Kabels (blau), mit den anderen lassen sich Daten übertragen (rot). Bei USB 3.2 bleiben zwei Kontakte frei (weiß).

dünnen Versorgungsadern von den üblichen 5 V bis zu 48 V erhöhen: Dieser kommuniziert mit den beteiligten Geräten und ermittelt, welche Leistung das zu versorgende Gerät anfordert, welche Spannung der Energielieferant maximal liefern kann und welche das Kabel toleriert. Wenn alle eine hohe Spannung verkraften, lassen sich selbst die Akkus von Hochleistungsnotebooks schnell aufladen.

Elektroschrott vermeiden

Ab dem 28. Dezember 2024 müssen in Europa viele gebräuchliche Geräte, wie Smartphones, Tablets, Kameras oder Computermäuse, eine USB-C-Buchse besitzen, die den „Power-Delivery“-Standard unterstützt. Die EU-Kommission verspricht sich davon, mittelfristig Elektroschrott zu vermeiden: Ladegeräte und Kabel lassen sich weiterverwenden und proprietäre Anschlüsse der Hersteller entfallen. Der Handel muss dann Geräte mit und ohne Ladegerät anbieten. Für Notebooks tritt die Regelung

erst 40 Monate später in Kraft, obwohl schon heute die meisten Notebookhersteller den USB-C-Standard verwenden.

Doch damit sind längst nicht alle USB-C-Kabel an allen Geräten einsetzbar. Einerseits verkraftet nicht jedes Kabel die erhöhte Ladespannung von 48 V bzw. es gibt diese Information nicht an das Gerät weiter. Andererseits übertragen USB-C-Kabel je nach Abschirmung mit unterschiedlicher Datenrate; andere Kabel dienen als reine Ladeleitungen. Wenn eine USB-Verbindung Probleme macht, lohnt es sich mitunter, ein anderes Kabel auszuprobieren.

Für die Hersteller geht es dabei um die Produktionskosten: Ein Kabel benötigt 18 Adern, um alle vom USB-3.2-Standard vorgesehenen Daten- und Stromleitungen anzubieten. Dazu kommt, diese untereinander zu verdrehen, abzuschirmen und langlebig mit den Steckern zu verbinden. Die Steckkontakte selbst sollen vergoldet sein – entweder mit mindestens 0,05 μm Gold und 0,75 μm Nickel-

Palladium auf 2 μm Nickel oder mit 0,75 μm Gold auf 2 μm Nickel.

Vermutlich dauert es noch Jahrzehnte, bis die vielen alten USB-Kabel endgültig recycelt werden können – zumindest solange noch ältere Geräte in Gebrauch sind, die mit den älteren Steckern oder Datenstandards arbeiten. Bezüglich der Stecker wird USB-C vermutlich für die nächsten Jahre oder gar Jahrzehnte der Standard bleiben. Denn auch der vom „USB Implementers Forum“ beschlossene neue Datenstandard USB 4 kommt damit aus. Auch wenn bereits die erste Version die Datenrate auf beachtliche 40 GBit/s erhöht und für die Version 2.0 eine weitere Verdopplung vorgesehen ist.

Der Autor

Dr. Jens Kube, awk/jk – Agentur für Wissenschaftskommunikation, awkjk.de

USB-Standards und USB-Steckertypen

USB-Standard	USB 1.0/1.1	USB 2.0	USB 3	USB 4
eingeführt	1996/98	2001	2008 (V 3.0), 2013 (V 3.1), 2017 (V 3.2)	2019 (V 1.0), 2022 (V 2.0)
Steckertypen (Auswahl)	A, B; Mini-A, Mini-B (V 1.1)	A, B, Mini-A, Mini-B, Micro-A, Micro-B, C	Micro-B SuperSpeed, C	C
max. Datenrate in GBit/s	0,012	0,48	5 (V 3.0), 10 (V 3.1), 20 (V 3.2)	40 bzw. 80 (V 2.0)
max. Leistung	0,5 W	2,5 W bzw. 7,5 W als Ladegerät	15 W bei 3 A und 5 V; USB-PD: bis 240 W bei 5 A und bis 48 V	

Tab. 1 In der Übersicht sind bei den Steckern die Varianten hervorgehoben, die für den Übertragungsstandard am gebräuchlichsten sind.