

USB-Protokolle

USB ist ein serielles Bussystem und eine Anschlusstechnologie für Peripheriegeräte und Computer. USB-C ist die neueste Variante dieses Standards, die sich durch eine höhere Bandbreite und neue Energiemanagementfunktionen auszeichnet.



USB-C ist abwärts kompatibel zu den bestehenden USB-Konventionen und unterstützt verschiedene Protokolle:

USB 2.0 480 Mb/s 	USB 3.0 5 Gb/s 	USB 3.1 5 or 10 Gb/s 	DisplayPort Multi-Function 5 or 10 Gb/s 	Thunderbolt 3 40 Gb/s 
--	--	--	---	---

Schnittstelle	Übertragungsrate
Hi-Speed-USB-2.0	bis zu 480 Mbit/s
SuperSpeed-USB-3.0	bis zu 5 Gbit/s
USB 3.1 Gen 1	bis zu 5 Gbit/s
USB 3.1 Gen 2	bis zu 10 Gbit/s
Thunderbolt 3/USB-4.0	bis zu 40 Gbit/s

alte USB-Schnittstellenspezifikationen

Der Begriff USB-C bezeichnet jedoch im engeren Sinne lediglich die Anschlussbuchse bzw. den Steckeranschluss, kurz Typ C genannt. Dem gegenüber steht der Buchsen- bzw. Steckeranschluss Typ A. Begriffe wie Superspeed, USB 3.x oder USB-C sagen also nichts über die Geschwindigkeit der Schnittstellen aus! Diese wurde bisher - wie in der obigen Tabelle ausgewiesen - angegeben. Ab USB 3.1 Gen 2 wird im Regelfall der Typ C eingesetzt. Hingegen werden bei manchen Mainboards auch Typ-A Buchsen mit einer Geschwindigkeit von USB 3.1 Gen 2 eingesetzt.

Farbcodierungen

USB 1 Typ A Verbindungen haben einen weißen und USB 2 Typ A einen schwarzen Verbindungssteg, während USB 3 Typ A Verbindungen einen blauen Steg besitzen. USB 3.1 Gen 2 Typ A (10 Gbit/s) wird mit einer rötlich violetten Farbcodierung gekennzeichnet. Des Öfteren werden jedoch auch solche Buchsen dunkelrot hervorgehoben. Allerdings werden ab USB 3.1 Gen 2 normalerweise USB-C Stecker- und Buchsenausführungen eingesetzt.

Neue Bezeichnungen für moderne USB-Schnittstellen

Die folgende Tabelle benennt die USB-Schnittstellen mit Ihren bisher gebräuchlichen Namen in Klammern und den nunmehr eingeführten exakten Schnittstellenspezifikationen zur Festlegung der Geschwindigkeit.

Dazu muss man wissen, dass die erste Ziffer hinter der Bezeichnung **Gen** die Grundgeschwindigkeit codiert. **1** steht für 5 Gbit/s, **2** für 10 Gbit/s und **3** für 20 Gbit/s. Ab USB3.2 wurde ein

USB 3.x-Schnittstellen und der Wirrwarr um USB-C und die Bezeichnungen

zusätzliches Kabelpaar bei der Typ-C Variante eingeführt, um die Grundgeschwindigkeit verdoppeln zu können. Dies wird durch die zweite Ziffer angegeben. USB 3 Gen 2x2 ist also eine Spezifikation, die die Basisdatenübertragungsrate von 10 Gbit/s verdoppelt (Gen 2x2 = 10 Gbit/s x 2 = 20 Gbit/s). Ein Typ A Anschluss besitzt jedoch keine Kontakte für ein zusätzliches Kabelpaar, weshalb bei dieser Geschwindigkeit nur noch eine Typ-C Verbindung ausführungstechnisch möglich ist, da hier die notwendigen Kontakte für zusätzliche Adernpaare umgesetzt sind (vgl. Abbildungen unten).

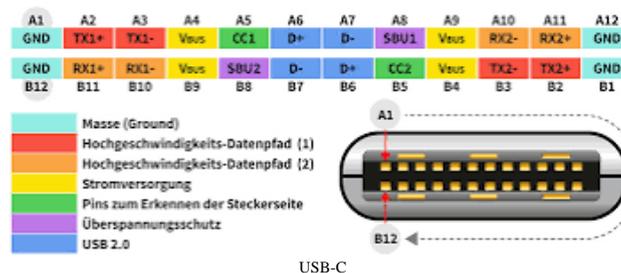
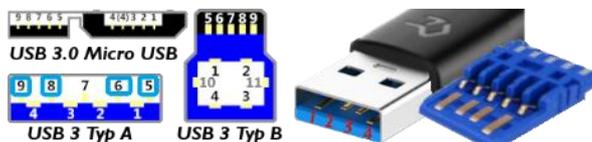
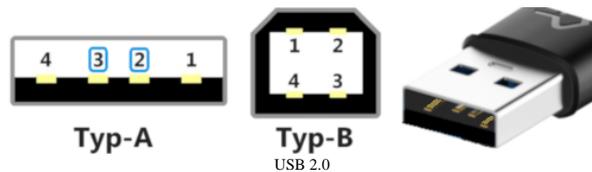
Konkrete Schnittstellenbezeichnungen

USB 3.x Gen 1x1 (USB3.0) bis zu 5 Gbit/s

USB-3.x Gen 2x1 (USB3.1) bis zu 10 Gbit/s

USB 3.x Gen 2x2 (USB3.2) bis zu 20 Gbit/s

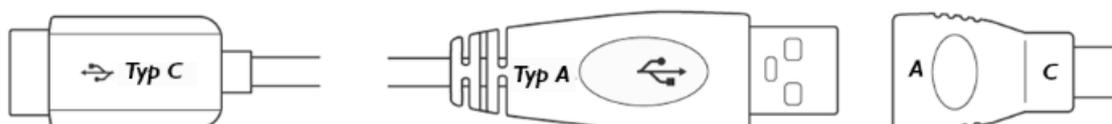
USB 4.0 Gen 3x2 (USB4.0) bis zu 40 Gbit/s



Bei der seriellen Übertragung bezeichnet TX einen Sendekanal und RX einen Empfangskanal für Datensignale. USB 2.0 besitzt nur 1 Adernpaar (Highspeed, Pin 2 und 3), USB 3 Typ A besitzt schon 3 Adernpaare zur seriellen Datenübertragung, zwei für Superspeed und ein Paar für Highspeed (Superspeed, Pin 5,6 [RX] und 8,9 [TX], Highspeed Pin 2 und 3 für die Abwärtskompatibilität zu USB 2.0). Die USB Typ C Schnittstelle besitzt insgesamt 5 Datenpaare (vgl. [Anhang](#)). Nämlich 1 Adernpaar (blau) für die Abwärtskompatibilität zu USB 2.0 und die Adernpaare in orange und rot, jeweils doppelt ausgeführt. Die 24 Kontakte sind so angeordnet, dass der Stecker beliebig gedreht horizontal eingesteckt werden kann. Er ist somit verpolungssicher. Allerdings besitzt das USB-C Kabel nur 16 Adern, so dass einige USB-C Kontakte zwangsläufig nur intern verdrahtet sind (übereinander liegende Kontakte VBus sowie GND als auch die USB 2.0 Kontakte und die allgemeine Abschirmung)

Kabel

USB-A auf USB-C Kabel oder Adapter



USB 3.x-Schnittstellen und der Wirrwarr um USB-C und die Bezeichnungen

USB-A-Verbindungen können standardmäßig die folgenden Übertragungsgeschwindigkeiten erreichen:

SuperSpeed USB 3.0 bis zu 5 Gbit/s
Hi-Speed-USB-2.0 bis zu 480 Mbit/s
USB Typ A

Bei kurzen gut abgeschirmten Kabeln oder Adaptern, die für eine höhere Übertragungsrate bzw. Basisrate ausgelegt sind (USB-3 Gen2x1) können auch 10 Gbit/s Datenrate über geeignete Chipsätze erzielt werden. Im Regelfall sind diese Umsetzer aber teurer und eher selten anzutreffen. USB-A zu USB-C Adapter und Kabel erfüllen meist nur den USB-3 Gen 1x1 Standard (5 Gbit/s). Ab einer Übertragungsrate von 20 Gbit/s (Basistakt 10 GBit/s oder 20 GBit/s) ist zwingend eine reine USB Typ C Verbindung notwendig!

Kabellänge

USB-C Kabel (≥ 10 Gbit/s) sollten grundsätzlich möglichst kurz sein, maximal jedoch ein Meter, weil die Herstellung längerer USB-C Kabel wirtschaftlich unverträglich ist. USB-3 Kabelstrecken können ab 3 Meter in der Praxis Probleme bereiten.

Je länger ein Kabel ist, umso ungünstiger wirkt sich die Länge auf die elektrischen Eigenschaften aufgrund z.B. von Widerstandsverlusten auf die Stabilität von Signalübertragungen und der Stromversorgung aus. Der Querschnitt der Leitungen zur Verkleinerung des Widerstandes kann nicht beliebig vergrößert werden, da die USB-C Kontaktleisten sehr klein dimensioniert sind. Da bei USB-C Kabel bereits hochwertige Kupferadern genutzt werden (sollten!), ist diese Materialkomponente auch bereits ausgereizt. Tatsächlich bewegt man sich bei USB-C Kabeln im Bereich des physikalisch Machbaren.

Kabelverlängerungen sind bei USB-C zu vermeiden! Greifen Sie besser auf ein entsprechend langes durchgehendes Kabel zurück oder auf aktive Verstärkungskomponenten wie Hubs.

Stromversorgung

Auf der deutschen Webseite von [Elektronik-Kompodium](#) oder der Firma [reichelt elektronik](#) erfahren Sie noch mehr Einzelheiten zu den USB-Spezifikationen, vor allem auch zur Leistung, die die verschiedenen Schnittstellen maximal bewältigen können! Ohne zusätzliche ausreichend dimensionierte Stromversorgung können Sie nicht beliebig viele Verbraucher an einer USB-Schnittstelle anschließen. Sie können Ihr Mainboard beschädigen, falls die Leistungsaufnahme von USB Geräten dauerhaft zu hoch ist! (Beispielsweise bei Einsatz eines einfachen USB-Hubs statt eines aktiven mit externer Stromversorgung)

Eine USB-Schnittstelle liefert stets eine Gleichspannungsversorgung von 5V. Auch die USB-C Schnittstelle liefert bei Zustecken eines Verbrauchers diese Spannung. Sie kann jedoch über Protokollaushandlungen auch eine Spannung von 12V oder 20V liefern, um z.B. Smartphones oder Notebooks schneller aufladen zu können (Power Delivery).

Résumé

Moderne Chipsätze mit USB-3 Schnittstellen können eine Basisrate von 5Gbit/s (USB 3.0, USB-3.1), 10 Gbit/s (USB-3.2) oder 20 Gbit/s (USB-4) erzielen. Durch gleichzeitige serielle

USB 3.x-Schnittstellen und der Wirrwarr um USB-C und die Bezeichnungen

Übertragungen auf 2 Kanälen können diese Datenraten über die USB-C Schnittstelle verdoppelt werden. Ab USB 3.2 Gen2x2 kann die maximale Datenrate nur noch über die USB Typ C Schnittstelle bewerkstelligt werden.

Theoretisch müsste die USB-3.0 Schnittstelle eine Basisrate von 2.5 Gbit/s maximal leisten, über die doppelte Datenleitung resultiert dann eine Datenrate von 5 Gbit/s. Oder bei der USB-3.0 Schnittstelle würde paradoxerweise nur eine Datenleitung mit 5 Gbit/s genutzt. Die Nomenklatur (USB 3.x Gen Y x Z) berücksichtigt aber eine solche Überlegung nicht. Die genaue Arbeitsweise der USB-Schnittstellen ist allenfalls für den Elektrotechniker oder Elektroniker interessant. In diesem Artikel wird darauf nicht näher eingegangen.

Wie dem auch sei. Wichtig ist lediglich die Erkenntnis, dass Adapter und Kabel bzw. auch alle beteiligten USB Geräte wie Hubs einheitlich den Standard, den ein Benutzer anvisiert, erfüllen müssen. Ansonsten fällt die Leistung auf das Niveau zurück, welches das schwächste Gerät in der Kette hat. Leider ist z.B. die Bezeichnung USB 3.2 durchaus nach alter Norm verträglich mit einer maximalen Datenübertragung von 5 Gbit/s.

Achten Sie also in Zukunft darauf, dass ein Verkäufer die maximale Datenrate in Gbit/s angibt, bevor Sie das Gerät, das Kabel oder den Adapter kaufen. Ein Typ C Kabel oder Gerät muss nicht unbedingt 40 Gbit/s übertragen können, sondern lediglich 5 Gbit/s. Vermeiden Sie Kabelverlängerungen und nutzen Sie möglichst kurze USB-C Kabel (≤ 1 m).

Kurznotation bei Typ-A Schnittstellen



Wie Sie aus obiger Abbildung entnehmen können, werden Typ-A Verbindungen kurznotiert und lediglich mit Gen 1 (Gen 1x1) bzw. Gen 2 (Gen2x1) benannt. Lediglich bei dem USB-C Typ gibt die vollständige Notation Auskunft über die tatsächliche Geschwindigkeit. Die Typ-A Ausführungen besitzen bekanntlich keine zusätzlichen Adernpaare zur Verdopplung der Hochgeschwindigkeit, weshalb die Kurznotation bei Typ-A eindeutig ist!

Störungen bei WLAN und Bluetooth Verbindungen durch USB 3.x Geräte und Kabel

Ich möchte noch abschließend darauf hinweisen, dass USB-3.x Geräte in der Nähe von WLAN und Bluetooth Vorrichtungen den Empfang im 2.4 GHz Bereich stören können, da deren Frequenz im 2.5 GHz Bereich liegt (Interferenz). Auch eine gute Abschirmung wird unter Umständen am Störeffekt nichts ändern, sondern nur eine entsprechende Distanz zwischen den Geräten.

Der alternate Mode bei USB-C

Die USB-C Schnittstelle muss nicht auf die USB-Funktion beschränkt bleiben. Durch unterschiedliche Belegungen der Kontakte oder Schaltungstechnik kann beispielsweise ein Display-Port oder HDMI-Port umgesetzt werden. Weitere Informationen dazu finden Sie auf [Elektronik-Kompendium](#).

Anhang: USB 3.x-Schnittstellen und der Wirrwarr in den Bezeichnungen

Anhang



Übersicht USB Stecker- und Buchsenformen

Typ-C-Stecker 1		Typ-C-Kabel			Typ-C-Stecker 2	
Pin	Name	Adernfarbe	Name	Beschreibung	Pin	Name
Gehäuse	Schirm	n.a.	Schirm	Schirmgeflecht	Gehäuse	Schirm
A1, B1, A12, B12	GND	Verzinkt	GND_PWRrt1 GND_PWRrt2	Masse	A1, B1, A12, B12	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	Rot	PWR_VBUS1 PWR_VBUS2	VBUS Spannung	A4, B4, A9, B9	VBUS
B5	VCONN	Gelb	PWR_VCONN	VCONN Spannung	B5	VCONN
A5	CC	Blau	CC	Konfigurationskanal	A5	CC
A6	Dp1	Grün	UTP_Dp	Ungeschirmtes verdrehtes Leitungspaar, positiv	A6	Dp1
A7	Dn1	Weiß	UTP_Dn	Ungeschirmtes verdrehtes Leitungspaar, negativ	A7	Dn1
A8	SBU1	Rot	SBU_A	Seitenbandbenutzung A	B8	SBU2
B8	SBU2	Schwarz	SBU_B	Seitenbandbenutzung B	A8	SBU1
A2	SSTXp1	Gelb *	SDPp1	Geschirmtes verdrehtes Leitungspaar 1, positiv	B11	SSRXp1
A3	SSTXn1	Braun *	SDPn1	Geschirmtes verdrehtes Leitungspaar 1, negativ	B10	SSRXn1
B11	SSRXp1	Grün *	SDPp2	Geschirmtes verdrehtes Leitungspaar 2, positiv	A2	SSTXp1
B10	SSRXn1	Orange *	SDPn2	Geschirmtes verdrehtes Leitungspaar 2, negativ	A3	SSTXn1
B2	SSTXp2	Weiß *	SDPp3	Geschirmtes verdrehtes Leitungspaar 3, positiv	A11	SSRXp2
B3	SSTXn2	Schwarz *	SDPn3	Geschirmtes verdrehtes Leitungspaar 3, negativ	A10	SSRXn2
A11	SSRXp2	Rot *	SDPp4	Geschirmtes verdrehtes Leitungspaar 4, positiv	B2	SSTXp2
A10	SSRXn2	Blau *	SDPn4	Geschirmtes verdrehtes Leitungspaar 4, negativ	B3	SSTXn2

Vollbeschaltetes USB-C Kabel, 16 Drähte + Abschirmung

Die Kontakte A6/A7 sowie B6/B7 sind offensichtlich intern kreuzweise gebrückt! (Nur ein Adernpaar, 2 Drähte) (daher 5 Datenkanäle über die Kabelpaare definiert, vgl. oben Abbildung [USB-C Buchse](#) und nachfolgender Text)
 Die je 4 spannungsführenden übereinander liegenden Kontakte (VBUS/GND) vergrößern quasi die Kontaktfläche zum Draht und ermöglichen so die Erhöhung der darüber fließenden Leistung bzw. der Stromstärke. (vgl. [storage-insider.de](#))
 Die mit * gekennzeichneten Adernfarben sind nicht genormt!

Anhang: USB 3.x-Schnittstellen und der Wirrwarr in den Bezeichnungen

Auf der deutschen Webseite von itwissen.info erfahren Sie mehr über die physikalische Umsetzung und den Aufbau von USB Kabeln. Leider habe ich bisher keine Bildinformationen gefunden, die ein USB-C Kabel anschaulich im Aufbau oder Anschluss verdeutlicht.

Auf Computerservice-mtk wird das heillose Durcheinander um die USB-C Schnittstelle zusammengefasst.

USB	Standard	USB 1.0 1996	USB 1.1 1998	USB 2.0 2001	USB 3.0 2011	USB 3.1 2014	USB 3.2 2017	USB 4 2019	
Typ	Max. Übertragungsgeschwindigkeit	1,5 Mbit/s low speed	10 Mbit/s full speed	480 Mbit/s high speed	5 Gbit/s super speed Gen 1	10 Gbit/s super speed* Gen 2	20 Gbit/s Super speed* Gen 2x2	40 Gbit/s super speed* Gen 3x2	
A	Standard								
B									
C									
B		Mini							
B		Micro							

Tabelle mit der USB-Typenübersicht und den verwendbaren Normgeschwindigkeiten und dem Zeitpunkt der Einführung der Norm

USB 3.0 Kabel und Kontaktbelegung

