



USB 3.1 – ein flexibles Stecksystem für viele Anwendungen



Würth Elektronik
Technical Academy
Fabian Altenbrunn



Agenda



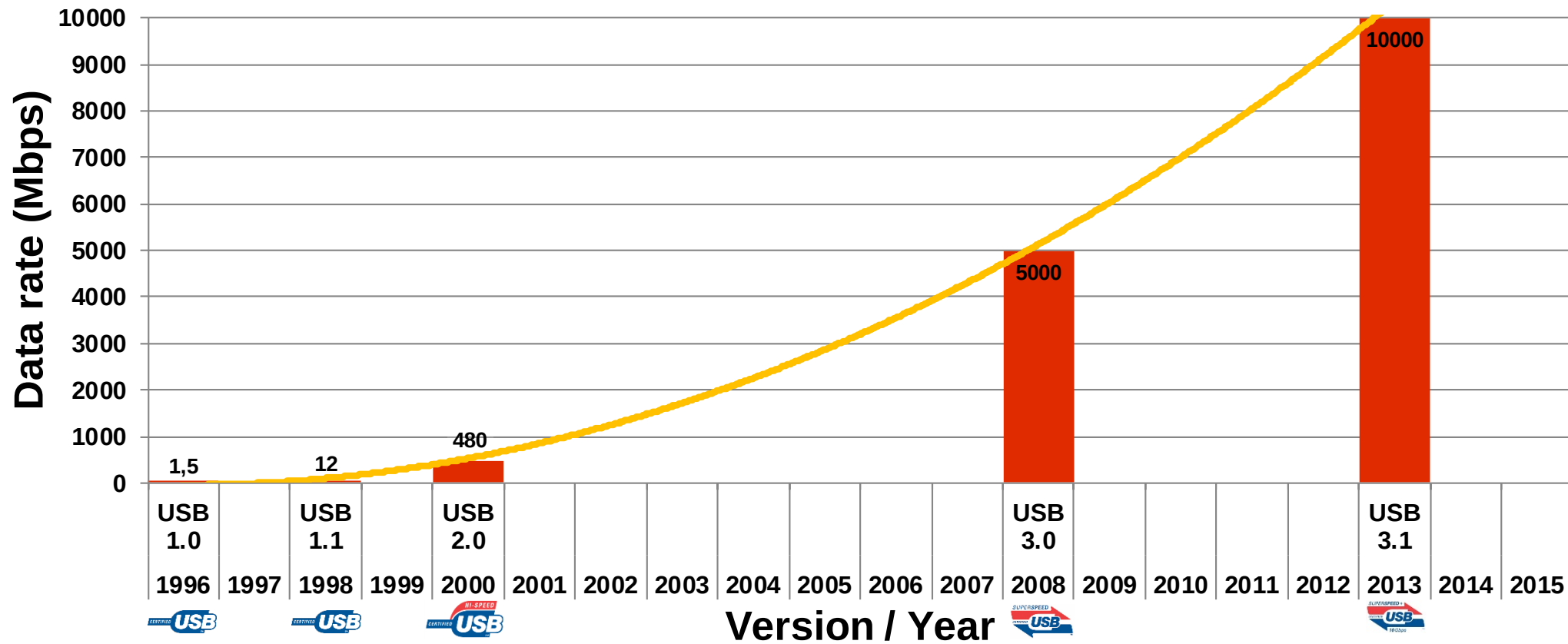
- Geschichte und Fortschritt von USB
- Elektrische Eigenschaften
- Mechanische Eigenschaften
- Verarbeitbarkeit
- Zusammenfassung



Ein wenig Geschichte – USB Versionen



- USB = Universal Serial Bus



Ein wenig Geschichte – von USB 2.0...



- Year/Version

USB 2.0 – 2000

- A



- B



- Mini



- Micro



- Datenrate

480 Mbps

- Power

500mA / 5V



Ein wenig Geschichte – ...zu USB 3.0 ...



	USB 2.0 – 2000	USB 3.0 – 2008
■ Year/Version		
■ A		
■ B		
■ Mini		
■ Micro		
■ Datenrate	480 Mbps	5000 Mbps
■ Power	500mA / 5V	900mA / 5V



Ein wenig Geschichte – ...zu USB 3.1

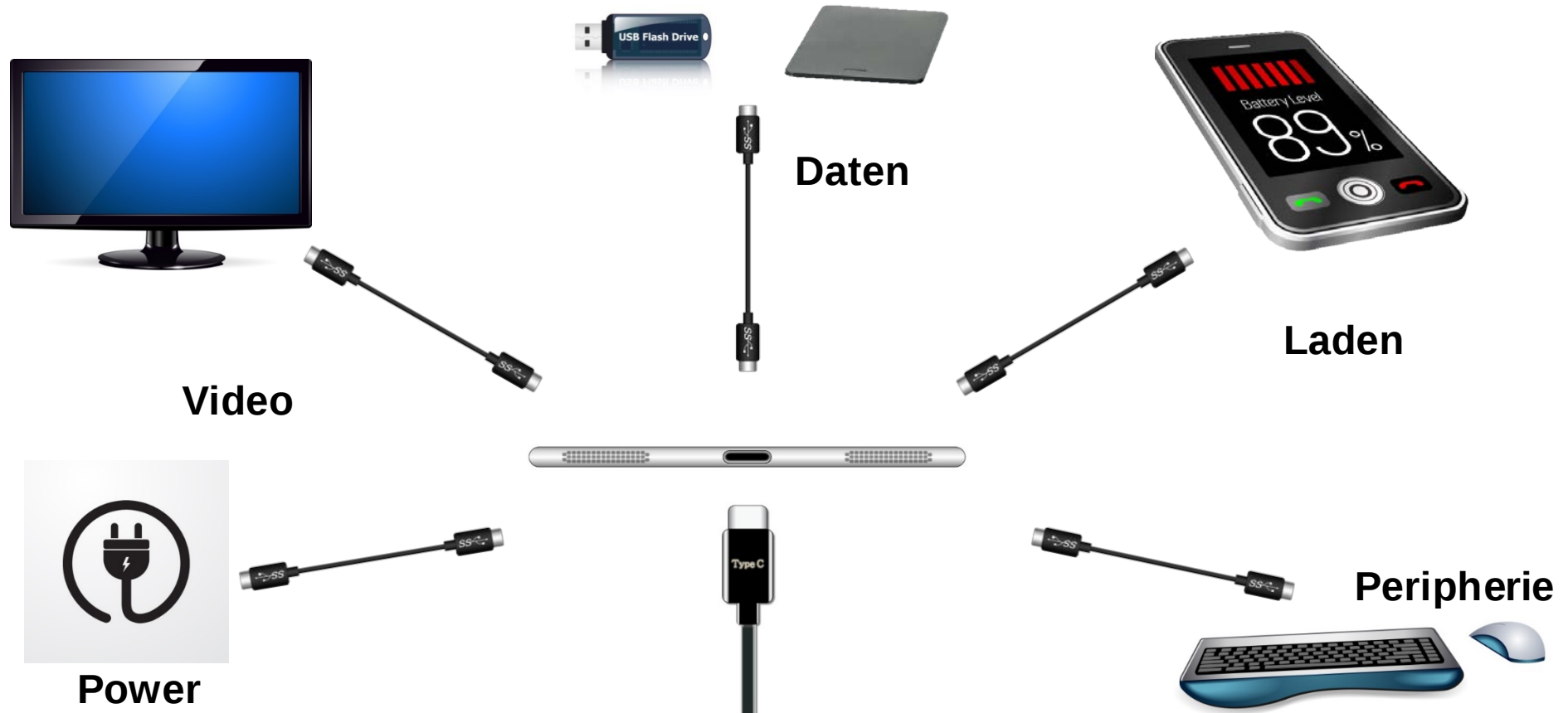


Year/Version	USB 2.0 – 2000	USB 3.0 – 2008	USB 3.1 – 2013
A			
B			
Mini			
Micro			
C			
Datenrate	480 Mbps	5000 Mbps	10000 Mbps
Power	500mA / 5V	900mA / 5V	5A / 20V



USB Typ-C für alle Anschlussmöglichkeiten

Erster Steckverbinder, der die Leistung in beide Richtungen unterstützt.

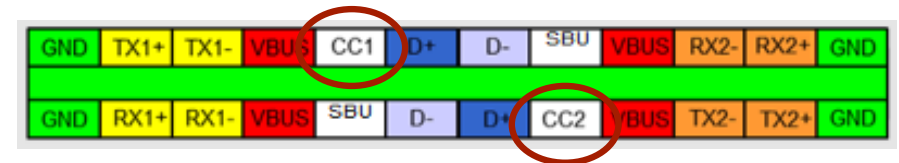


Configuration Channel

Bereitstellung der Flexibilität von Typ-C



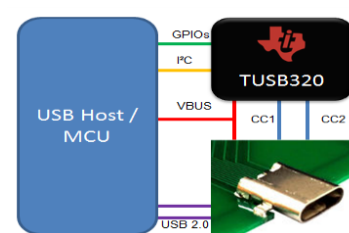
- Funktionell wird der Konfigurationskanal (CC) verwendet, um die folgenden Zwecke zu erfüllen:
- Erkennt wenn der USB Port gesteckt wurde,
- Erkennt die Orientierung des gesteckten Kabels,
- Einrichtung DFP (sink) und UFP (source) Rollen zwischen zwei verbundenen Ports,
- Erkennen und Konfigurieren von Power: USB Typ-C Strommodi oder USB Stromversorgung,
- Erkennung und Konfiguration von optionalen Alternativ- und Zubehörmodi.



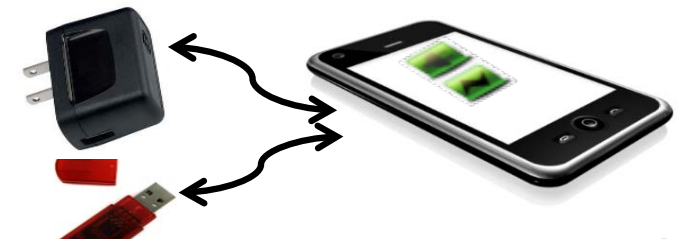
Typischer CC-Flow für die DFP-zu-UFP-Konfiguration:



Erkennen einer gültigen Verbindung



USB-Stromversorgungsmethode einrichten



als DFP oder UFP konfigurieren



USB Power Delivery (PD)

Erweitert die USB Typ-C-Funktionalität - mehr Leistung, Alt-Modus, Flexibilität



Was ist USB PD?

- USB PD ist ein Ein-Draht-Kommunikationsprotokoll über CC-Leitungen,
- Ein Verhandlungsverfahren zur Erweiterung der USB Typ-C Schnittstellenfähigkeit für mehr Leistung, Alt-Modus und Flexibilität,
- Beide Enden müssen bestimmte erweiterte Funktionen für einen erfolgreichen PD-Vertrag unterstützen.

Warum USB PD?

■ Erweiterte Leistung

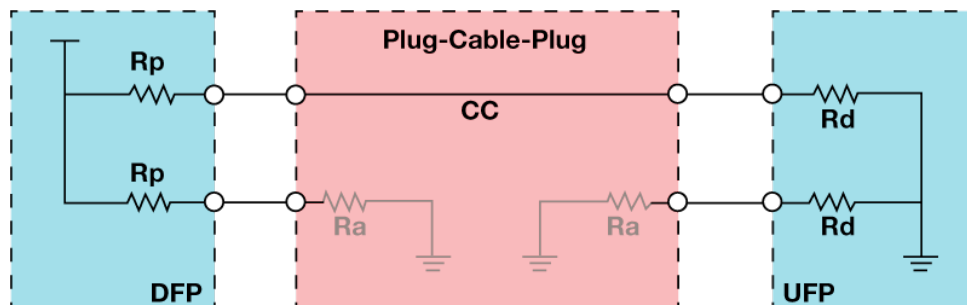
- USB Typ-C liefert bis zu 15W (5V/3A) Strom über VBUS mit einfachem Widerstandsteiler-Netzwerk
- Zur Erweiterung der Stromversorgung über 5V/3A hinaus muss USB PD verwendet werden
- PD kann eine Leistung von bis zu 100W (20V/5A) aushandeln - schnelleres Laden

■ Alternativ Modus

- USB PD muss für jeden Alt-Modus verwendet werden
- Durch PD Alt Mode Verhandlung kann die USB Type-C Schnittstelle für Nicht-USB Anwendungsfälle verwendet werden
- SS- und SBU-Leitungen sind für den Alt-Modus verfügbar
- USB2 muss im Alt-Modus erhalten bleiben

■ Rollenflexibilität

- Standardmäßig ist Host/DFP eine Stromquelle und Device/UFP eine Stromsenke
- Zur Entkopplung der Daten-/Powerrollen USB PD verwenden



USB Type-C Power Modis

Flexible und modulare Leistungsmethoden



Der USB Typ-C kann zur Stromversorgung über eine Reihe von verschiedenen Protokollen verwendet werden:

Vorrang	Modus der Operation	Nominale Spannung	Maximaler Strom
Höchster	USB PD	Bis zu 20 V	Bis zu 5 A
	USB Type-C Strom @ 3A	5 V	3 A
	USB Type-C Strom @ 1.5A	5 V	1.5 A
	(USB BC1.2)	5 V	Bis zu 1.5 A
	USB 3.1		900 mA
Niedrigster	USB 2.0		500 mA

Port Power Rollen

Nach der Einführung von USB PD werden die Port Power Rollen nun getrennt von den Port Data Rollen definiert.

- **Anbieter:** Das Gerät kann nur Strom liefern
- **Verbraucher:** Das Gerät kann nur Strom empfangen
- **Verbraucher/Anbieter:** Das Gerät kann entweder als Verbraucher oder als Anbieter fungieren. Dies ist nur für Geräte möglich, die USB PD unterstützen

Kann bis zu 100W über einen USB Typ-C Port liefern!



USB PD Alternate Mode Verhandlung

Oszilloskopdarstellung zwischen einem Dock und einem Notebook zur Erstellung eines USB PD-Vertrags



Elektronisch markierte Kabel

USB Typ-C Schnittstelle allgegenwärtig machen

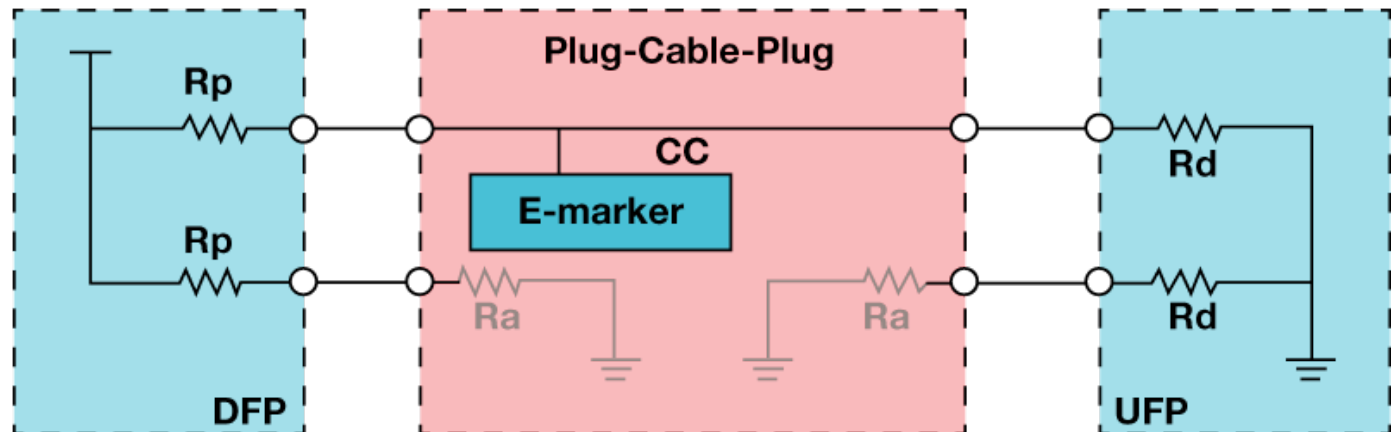


Was ist E-marker ?

- Einfacher USB PD-Controller in einem Kabel
- Reagiert auf USB PD-Befehle von DFP/Quelle
- Bereitstellung von Kabeleigenschaften wie Strombelastbarkeit, Leistung, Lieferantenidentifikation usw.
- Typischerweise versorgt durch VCONN

Wann wird E-marker benötigt?

- USB Typ-C Kabel mit mehr als 3A Stromstärke
- USB Typ-C voll ausgestattetes Kabel mit USB 3.1 oder bei Verwendung des Alt-Modus



USB Typ-C Alternativer Modus

Erweitert die Möglichkeiten über USB-Daten hinaus

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	RX2+	RX2-	VBUS	SBU1	D-	D+	CC	VBUS	TX1-	TX1+	GND
GND	TX2+	TX2-	VBUS	V _{CONN}			SBU2	VBUS	RX1-	RX1+	GND
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12

Was ist Alt. Modus?

- Alternative Nutzung der USB Type-C-Schnittstelle für Nicht-USB-Funktionen
- USB2 muss erhalten bleiben
- USB PD muss verwendet werden, um einen alternativen Modus auszuhandeln
- Definition: Von einem Hersteller oder einer Normungsorganisation definierter Betrieb, der mit einer durch den USB-IF zugewiesenen SVID verknüpft ist. Das Ein- und Aussteigen in und aus einem alternativen Modus wird durch die Befehle USB PD Structured VDM Enter Mode und Exit Mode gesteuert

Beispiele vom Alt. Modus

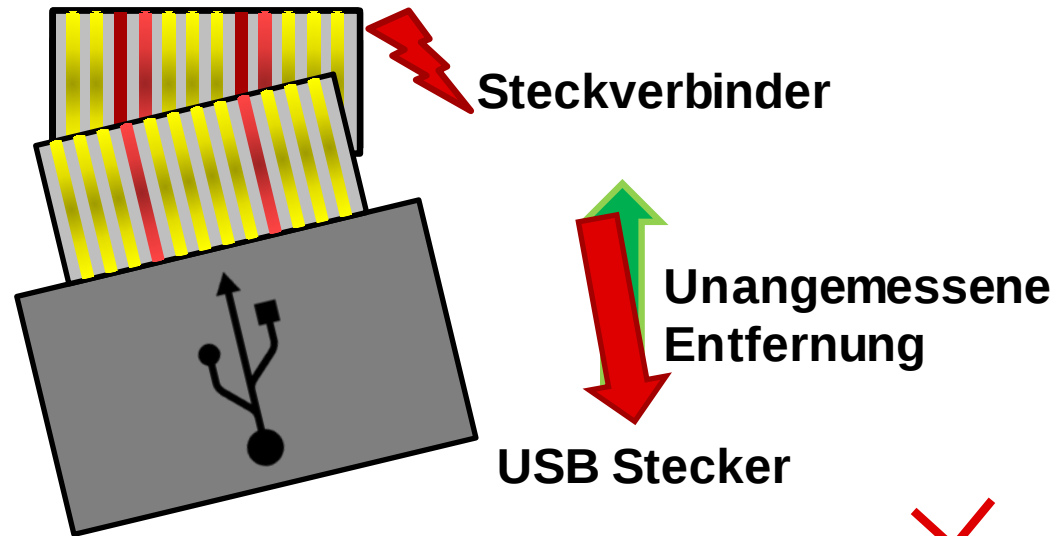
- DisplayPort (DP)
- Thunderbolt
- PCI Express
- MHL
- HDMI (for dongle/adapters)

Kannst du deinen eigenen alternativen Modus erstellen?

- Option 1: Erstellen eines offiziellen alternativen Modus, der von USB-IF genehmigt wurde (erhält eine SID, Standard ID)
- Option 2: Holen Sie sich eine VID von USB-IF und erstellen Sie einen inoffiziellen alternativen Modus (Sie müssen beide Seiten des Systems besitzen, damit dies funktioniert)



Möglicher Fehler: Mechanischer Drall

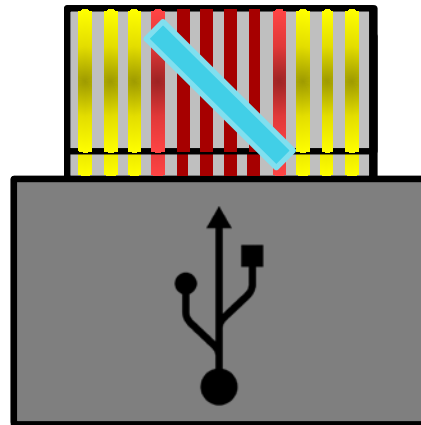


Wenn der USB-Stecker schräg ausgezogen wird, kann es zu einem Kurzschluss des VBUS-Pins mit SBU- oder CC/Vconn-Pins kommen.

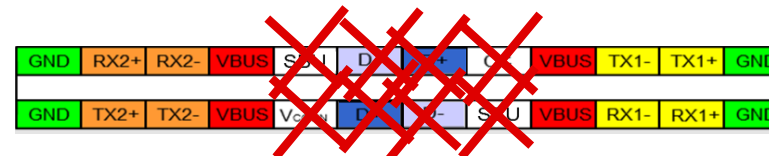
GND	RX2+	RX2-	VBUS	SBU	D-	D+	CC	VBUS	TX1-	TX1+	GND
GND	TX2+	TX2-	VBUS	Vconn	D+	D-	SBU	VBUS	RX1-	RX1+	GND



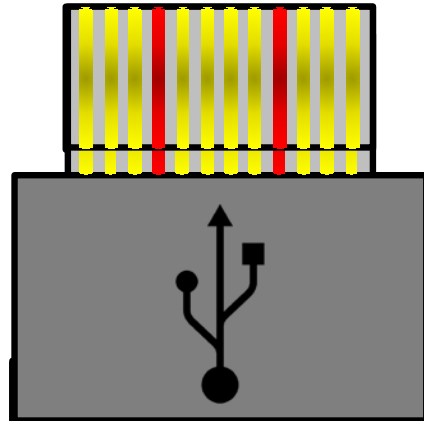
Möglicher Fehler: Schmutz oder Wasser



Alle leitfähigen Ablagerungen oder Wasser könnten die SBU- und CC-Pins zu den 20V-VBus-Leitungen kurzschließen.



Möglicher Fehler: Nicht konforme Kabel



Fehlverdrahtetes
USB Typ A-C Kabel



- Selbst wenn Ihr System kein USB PD verwendet (Sie laden mit 5V, 500mA), gibt es nicht konforme Kabel, die 20V ohne PD-Verhandlung ausgeben
- Wenn Ihr System nicht für 20V ausgelegt ist, kommt es zu einem Fehler
- In einer Umfrage zu den bei Amazon erhältlichen USB-Typ-C-Kabeln waren 28% der Kabel nicht konform zur USB-IF-Spezifikation. (Google Ingenieur Benson Leung: 20/71 Kabel außerhalb der Spezifikation)
- Trotz des Verbots von Amazon besteht immer noch die Gefahr, dass Endverbraucher nicht konforme USB-Typ-C-Kabel von Kabelherstellern kaufen

GND	RX2+	RX2-	VBUS	SBU	D-	D+	CC	VBUS	TX1-	TX1+	GND
GND	TX2+	TX2-	VBUS	VCONN	D+	D-	SBU	VBUS	RX1-	RX1+	GND

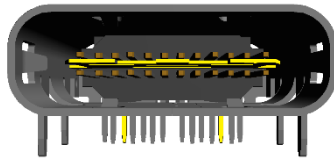


USB 3.1 Produkt Übersicht

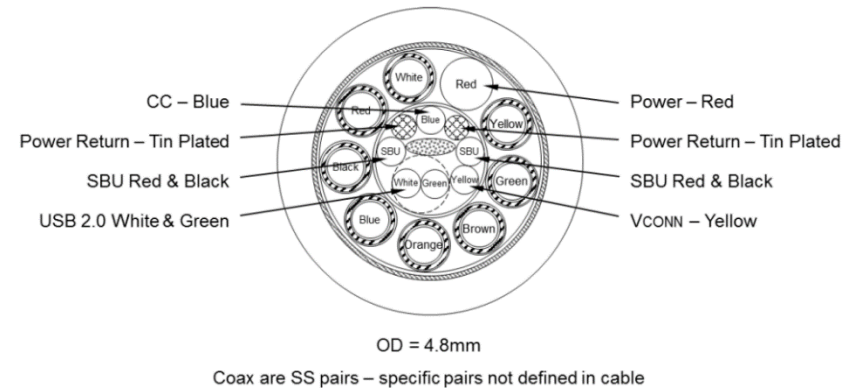
Typ C



USB Typ-C Receptacle



USB Typ-C Kabel



USB Typ-C Plug



Figure 2-1 USB Type-C Receptacle Interface (Front View)

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
GND	TX1+	TX1-	VBUS	CC1	D+	D-	SBU1	VBUS	RX2-	RX2+	GND
GND	RX1+	RX1-	VBUS	SBU2	D-	D+	CC2	VBUS	TX2-	TX2+	GND
B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1

Figure 2-2 USB Full-Featured Type-C Plug Interface (Front View)

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	RX2+	RX2-	VBUS	SBU1	D-	D+	CC	VBUS	TX1-	TX1+	GND
GND	TX2+	TX2-	VBUS	VCONN			SBU2	VBUS	RX1-	RX1+	GND
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12



USB 3.1 Produkt Übersicht

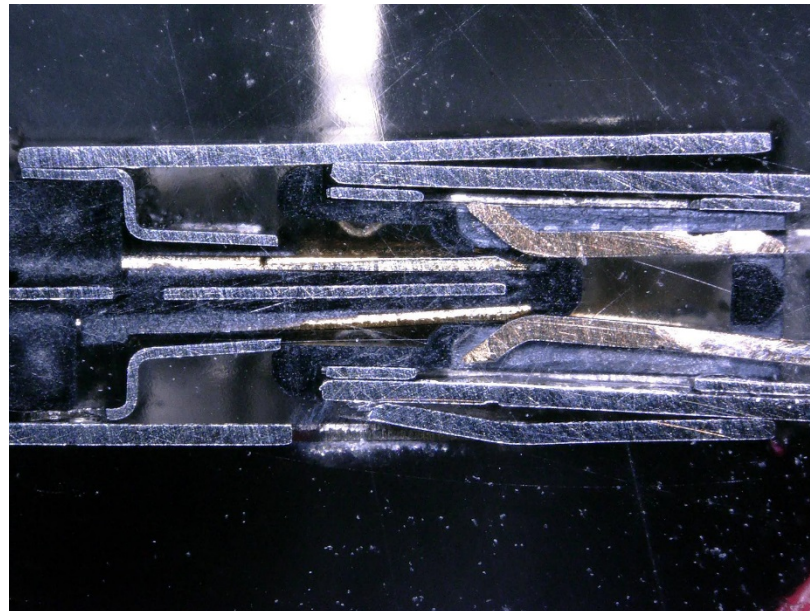
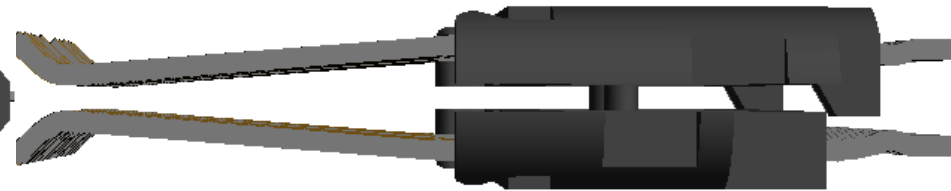
Typ C Receptacle and Plug Design - Schliffbild



Receptacle – Seitenansicht

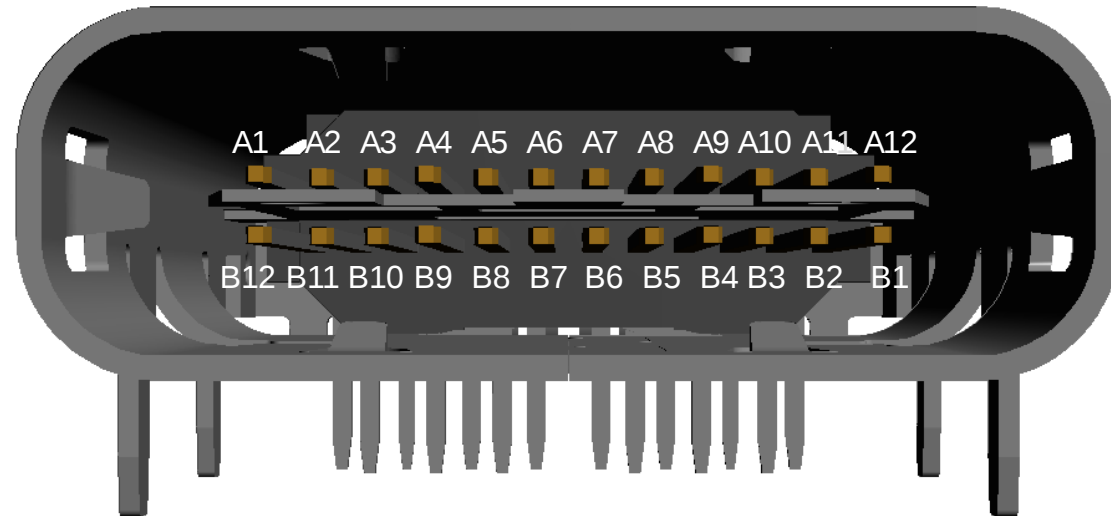
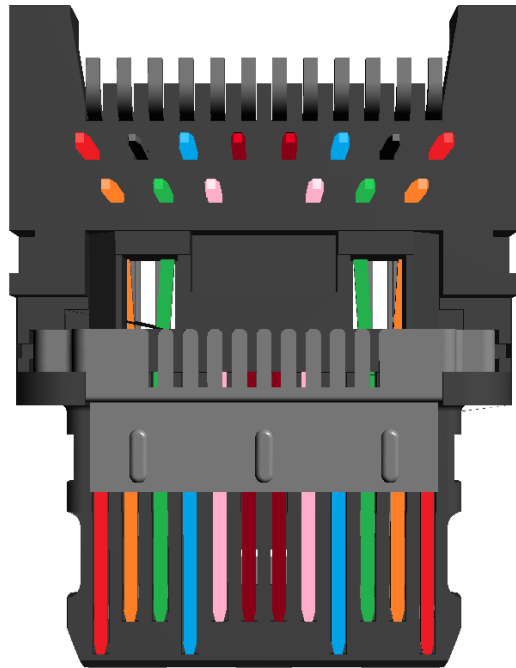


Plug – Seitenansicht



USB 3.1 Produkt Übersicht

Typ C Receptacles Design – 632 723 x00 011



Bottom contacts (B): THT Pins
Top contacts (A) : SMT Pins

USB 2.0

USB 3.0

USB 3.1

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
GND	TX1+	TX1-	V _{BUS}	CC1	D+	D-	SBU1	V _{BUS}	RX2-	RX2+	GND
B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1
GND	RX1+	RX1-	V _{BUS}	SBU2	D-	D+	CC2	V _{BUS}	TX2-	TX2+	GND



Typ C - Receptacles

■ Bestellnummer:

- 632 723 X00 011

X	PCB Dicke	Pinlänge
1	1.00 mm	1.50 mm
3	1.60 mm	1.90 mm

■ Produktmerkmale:

- Material: LCP; schwarz
- Nennstrom: 5 A
- Nennspannung: 5 VDC (12VDC/20VDC)
- Langlebigkeit: 10 000 cyklen
- Löten: JEDEC bleifreies Wellen- und Reflow-Löten

■ Bestellnummer:

- 632 723 X30 112

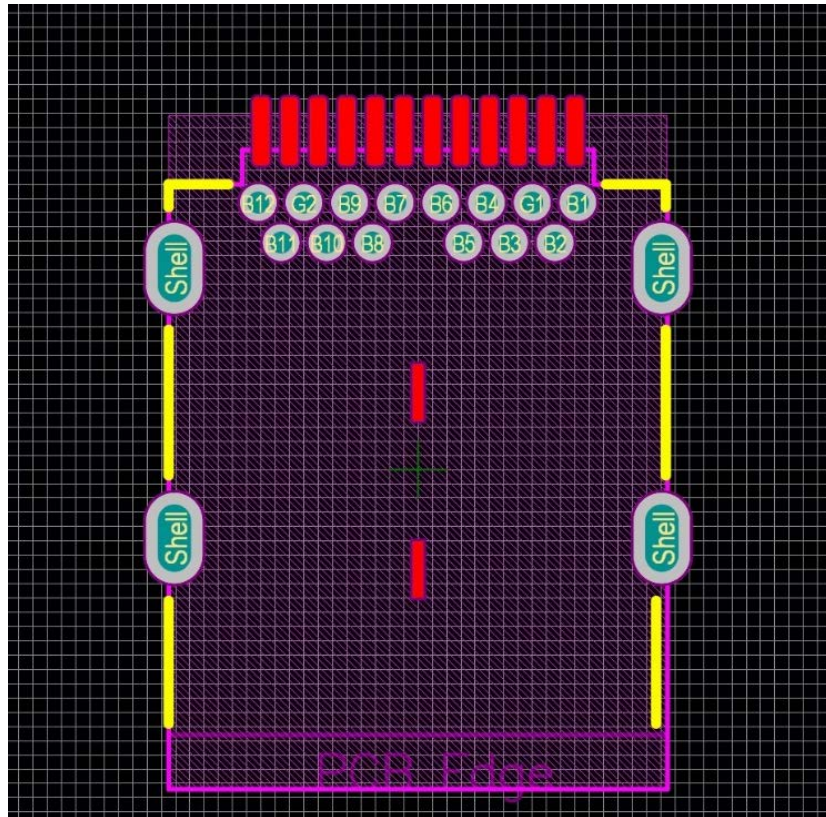
X	PCB Dicke	Pinlänge
1	1.60 mm	1.60 mm



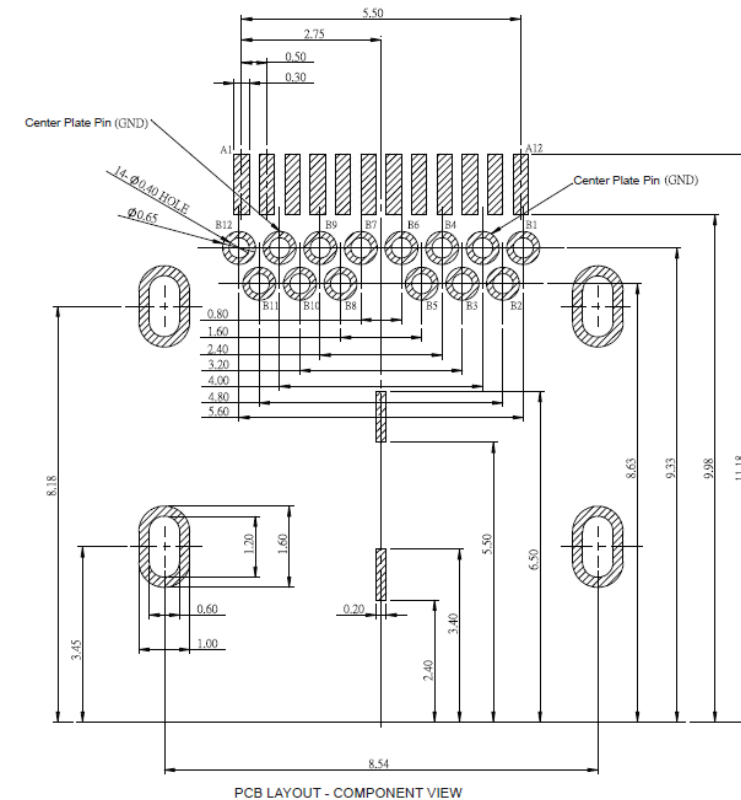
Layout PCB – horizontal USB-C 3.1



Footprint



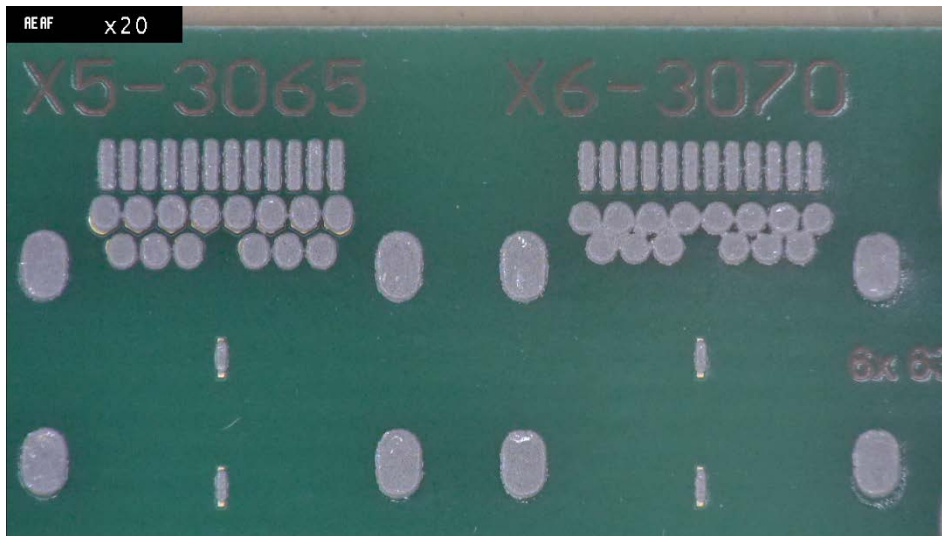
Empfohlenes PCB Layout



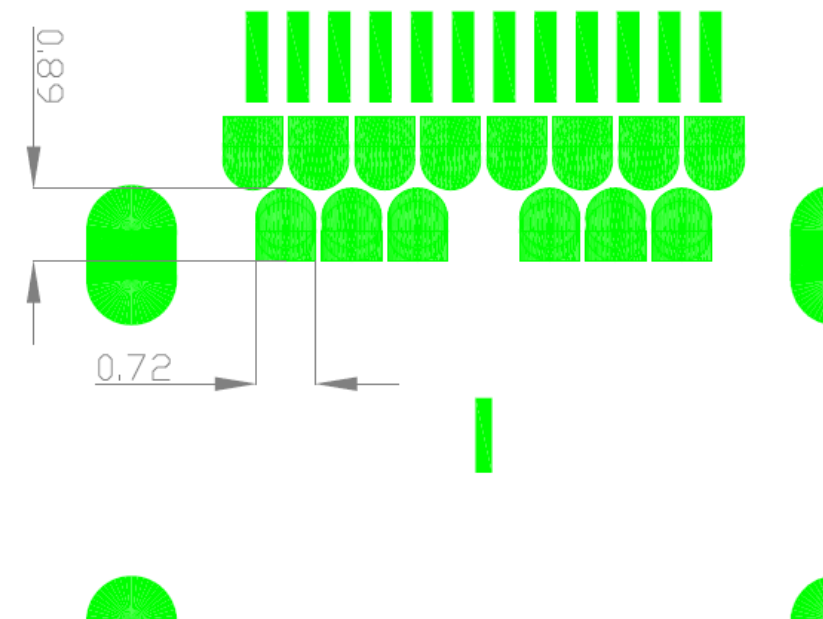
Pastendruck & Schablone



linker Löt paddurchmesser: 0,65mm
rechter Löt paddurchmesser : 0,70mm



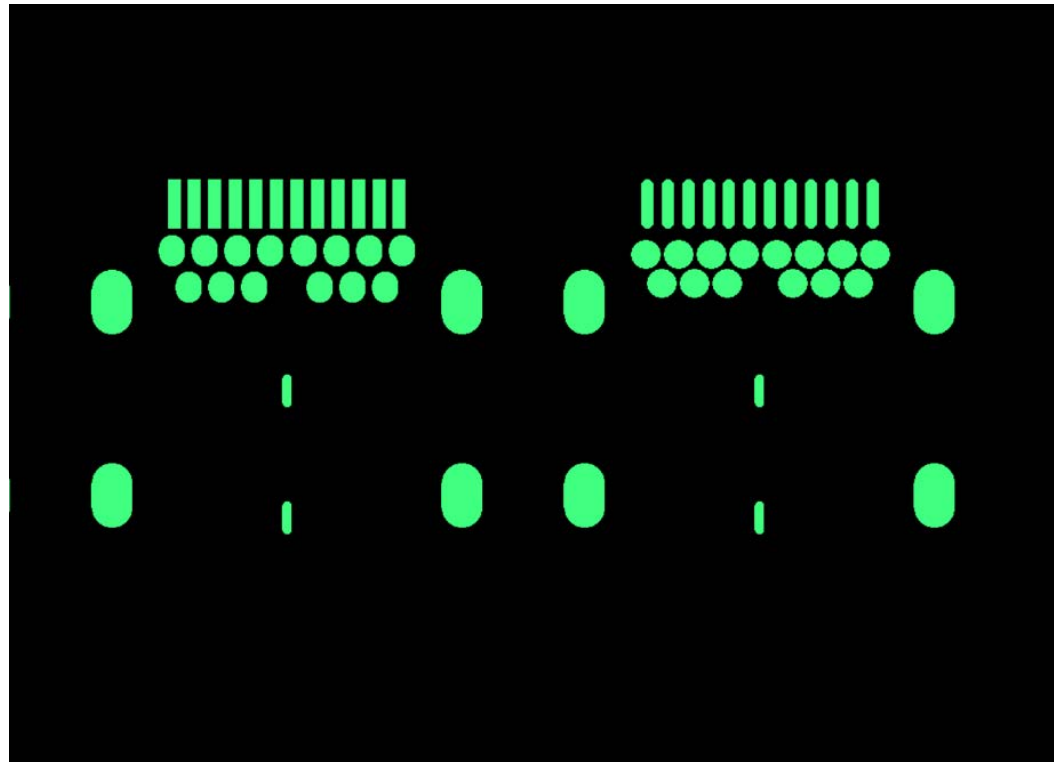
Schablonenbeispiel



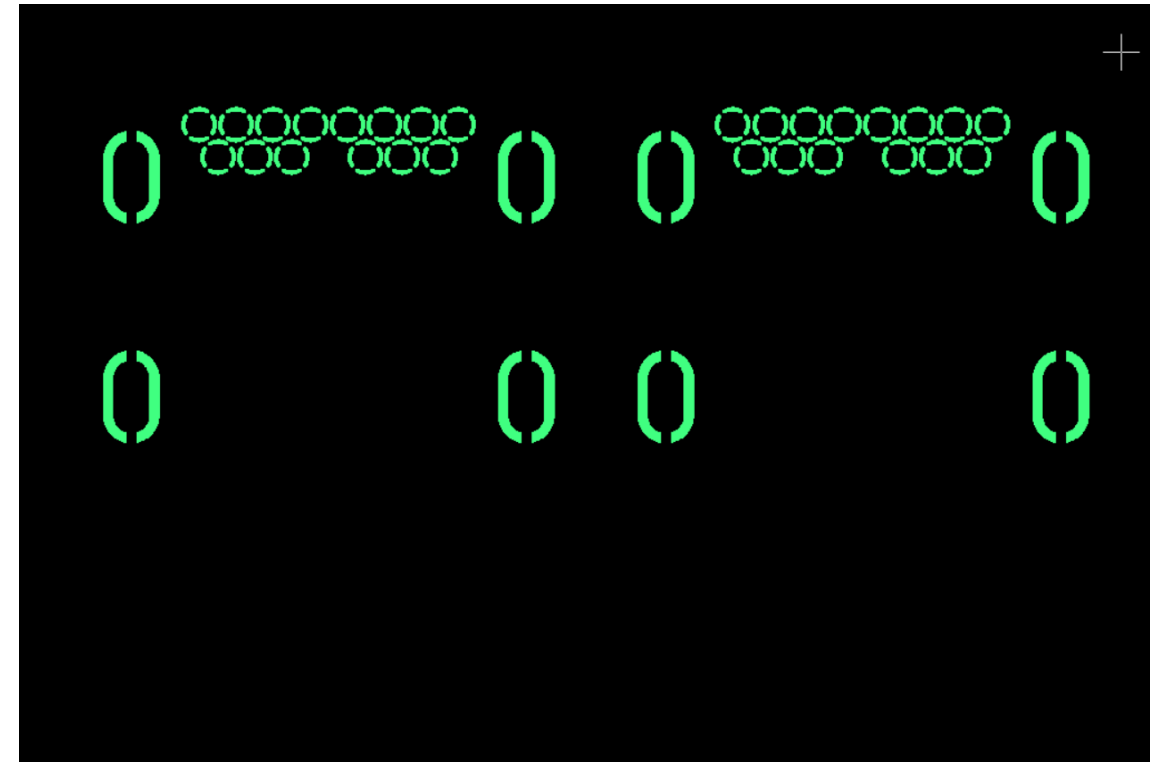
Pastendruck & Schablone



Ansicht Oberseite



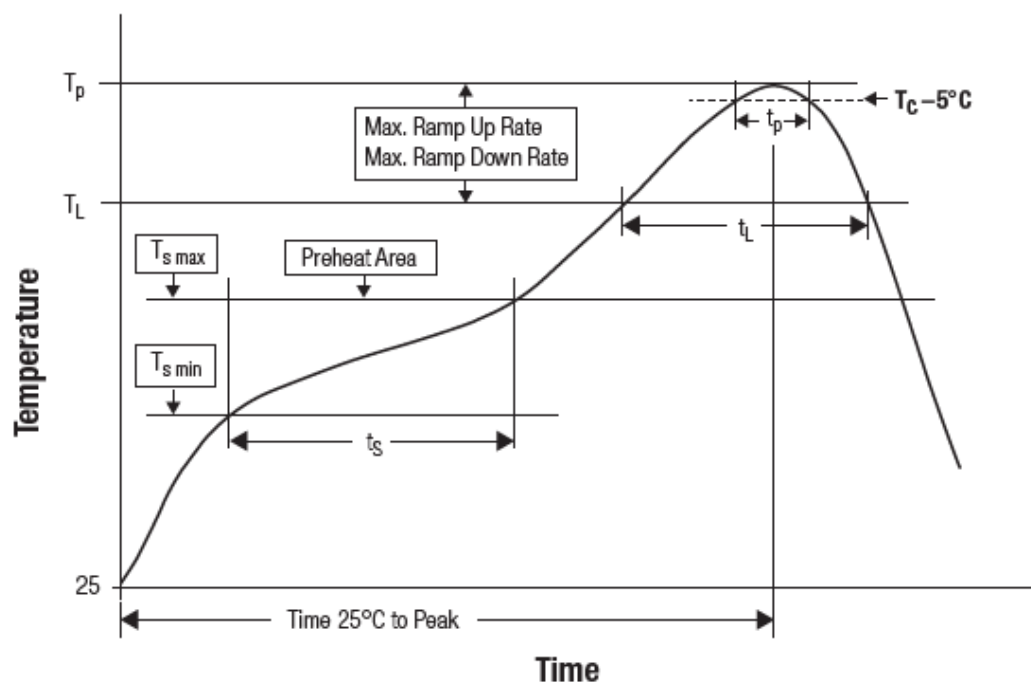
Ansicht Unterseite



Lötprofil



Classification Reflow Profile for SMT components:



Classification Reflow Soldering Profile:

Profile Feature		Value
Preheat Temperature Min ¹⁾	$T_{s\ min}$	150 °C
Preheat Temperature Max	$T_{s\ max}$	200 °C
Preheat Time t_s from $T_{s\ min}$ to $T_{s\ max}$	t_s	60 - 120 seconds
Ramp-up Rate (T_L to T_p)		3 °C/ second max.
Liquidous Temperature	T_L	217 °C
Time t_L maintained above T_L	t_L	60 - 150 seconds
Peak package body temperature	T_p	see table
Time within 5°C of actual peak temperature	t_p	20 - 30 seconds
Ramp-down Rate (T_L to T_p)		6 °C/ second max.
Time 25°C to peak temperature		8 minutes max.

¹⁾ refer to IPC/JEDEC J-STD-020D
refer to IPC/ JEDEC J-STD-020E

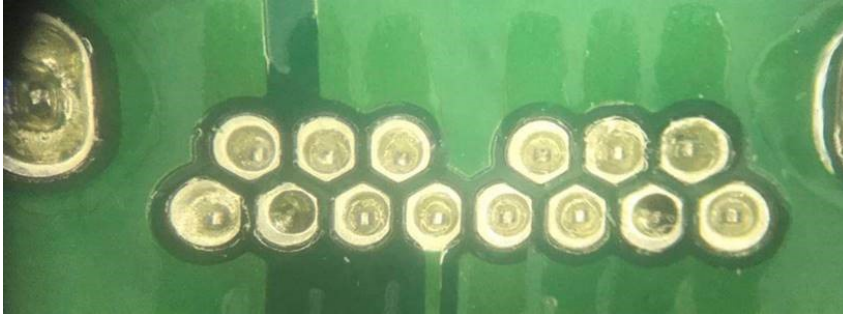
Package Classification Reflow Temperature:

Properties	Volume mm ³ <350	Volume mm ³ 350-2000	Volume mm ³ >2000
PB-Free Assembly Package Thickness < 1.6 mm ¹⁾	260 °C	260 °C	260 °C
PB-Free Assembly Package Thickness 1.6 mm - 2.5 mm	260 °C	250 °C	245 °C
PB-Free Assembly Package Thickness ≥ 2.5 mm	250 °C	245 °C	245 °C

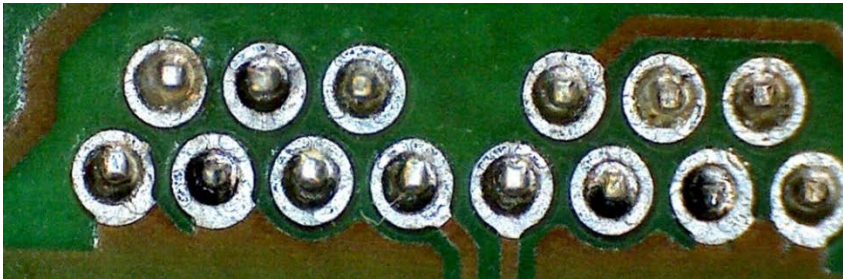
¹⁾ refer to IPC/JEDEC J-STD-020D
refer to IPC/ JEDEC J-STD-020E



Lötbeispiele



Lötstellen ohne defekte



Lötstellen mit defekten

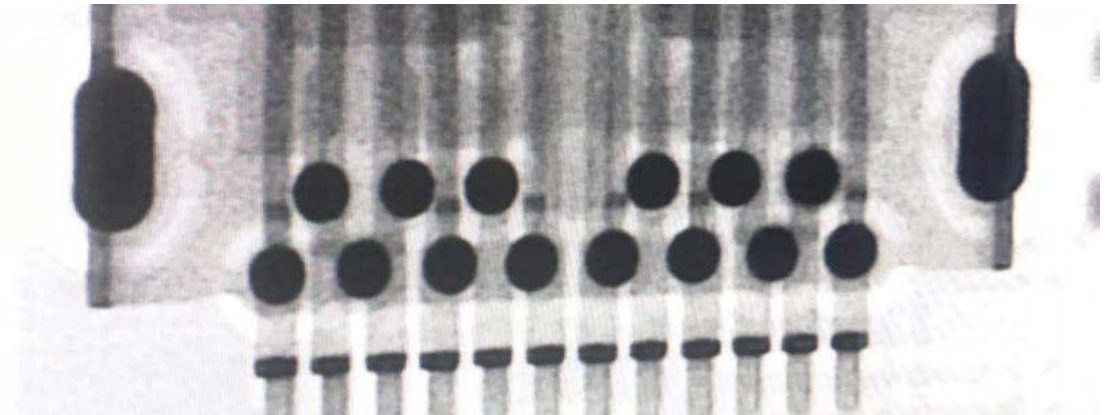


Handlötung

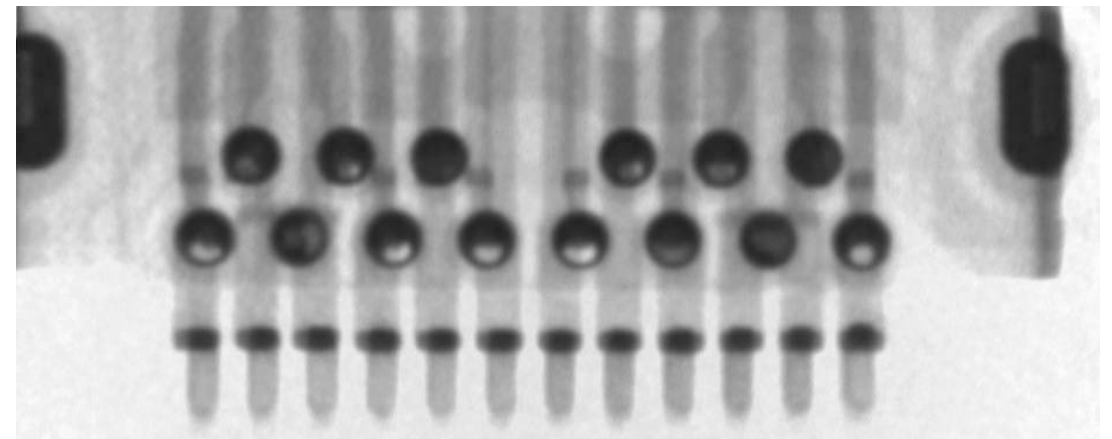
Lötstellenbewertung mittels Röntgen



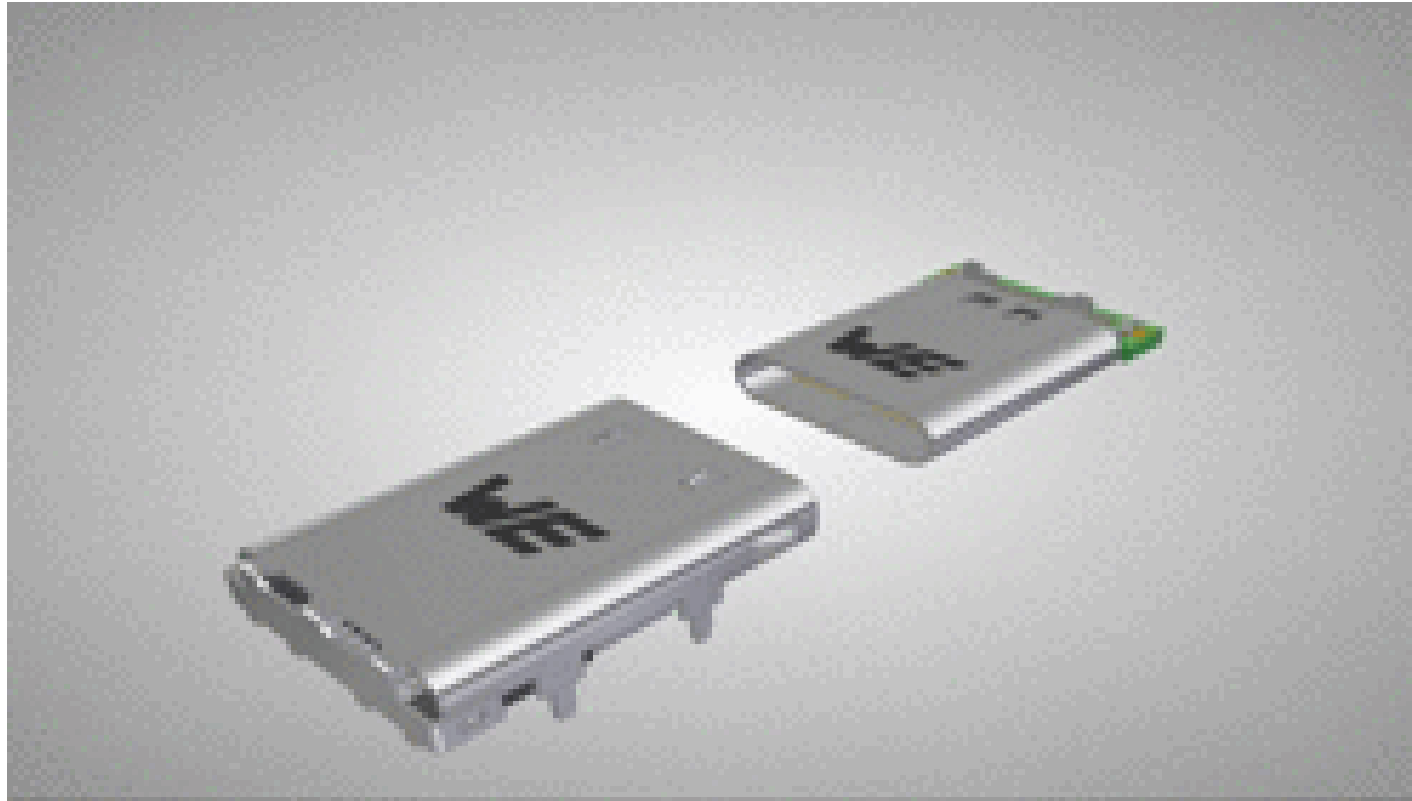
Lötergebnis ohne defekte



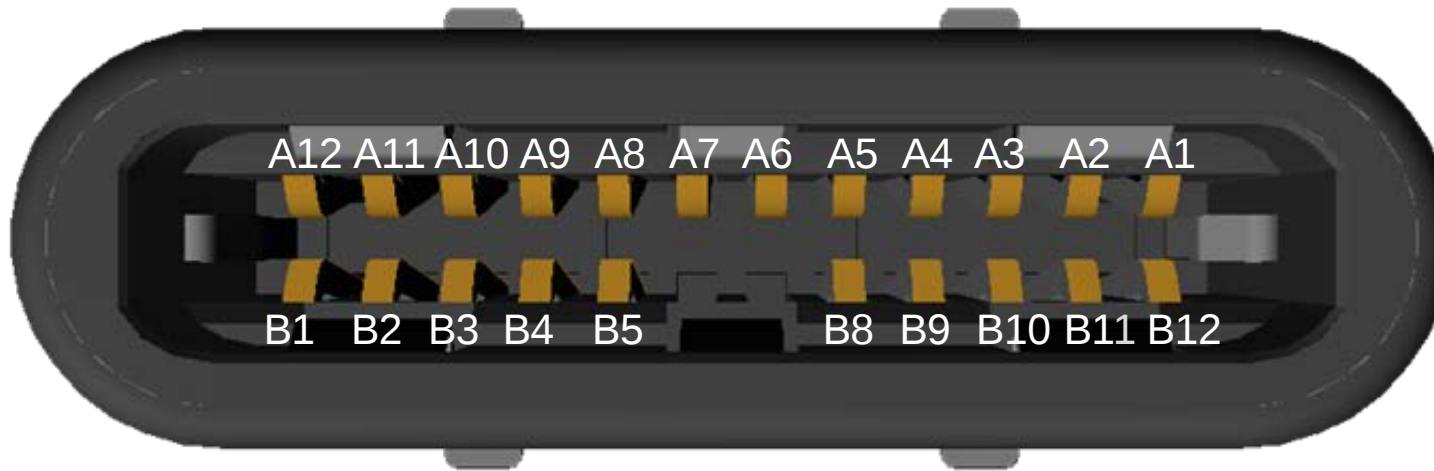
Lötergebnis mit defekten



Typ C Plug – 632 723 x00 011



Typ C Plug – 632 712 000 011



■ USB 2.0

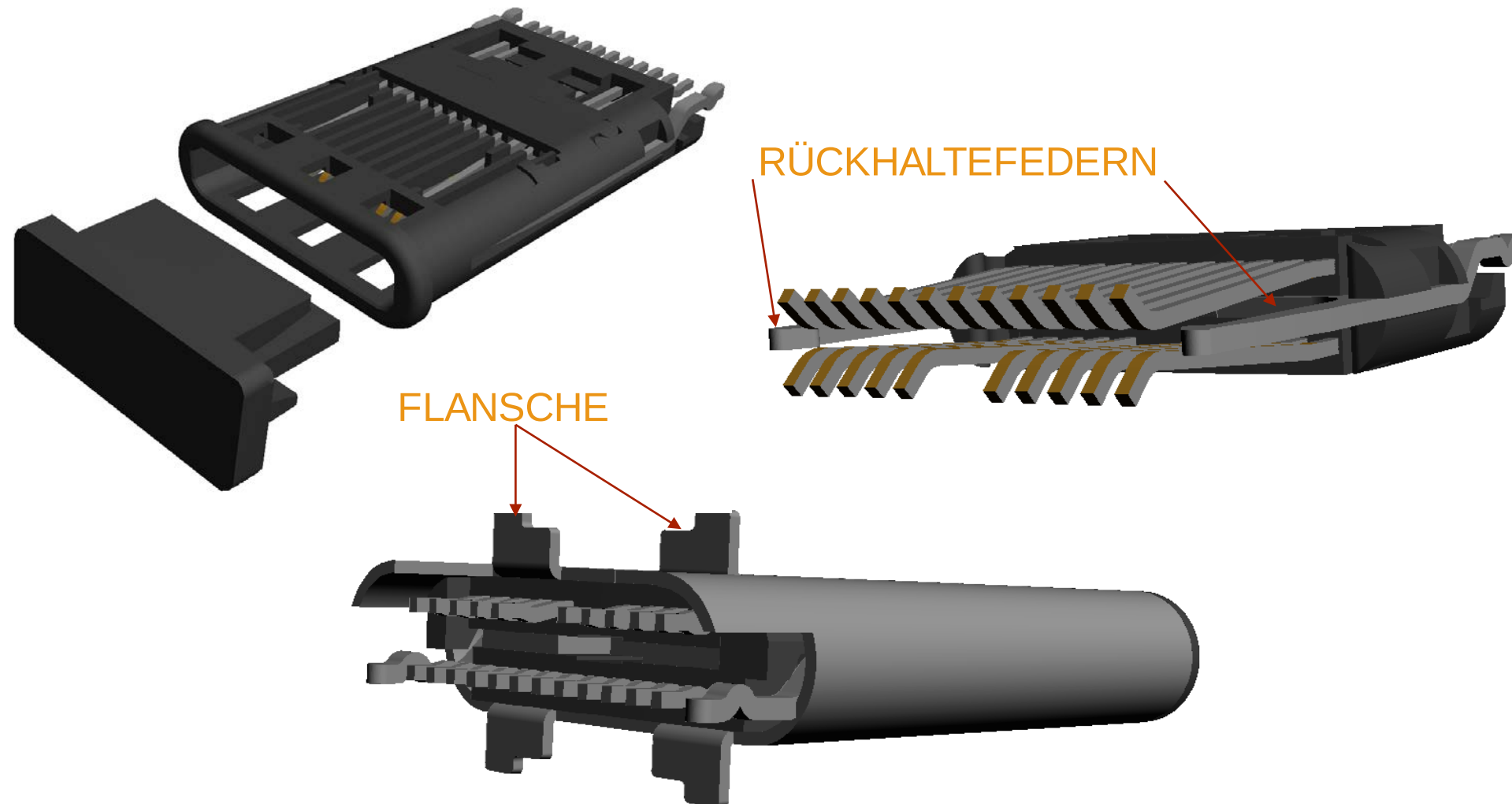
■ USB 3.0

■ USB 3.1

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	RX2+	RX2-	V _{BUS}	SBU 1	D+	D-	CC1	V _{BUS}	TX1-	TX1+	GND
GND	TX2+	TX2-	V _{BUS}	CC2			SBU 2	V _{BUS}	RX1-	RX1+	GND
B1	B2	B3	B4	B5			B8	B9	B10	B11	B12

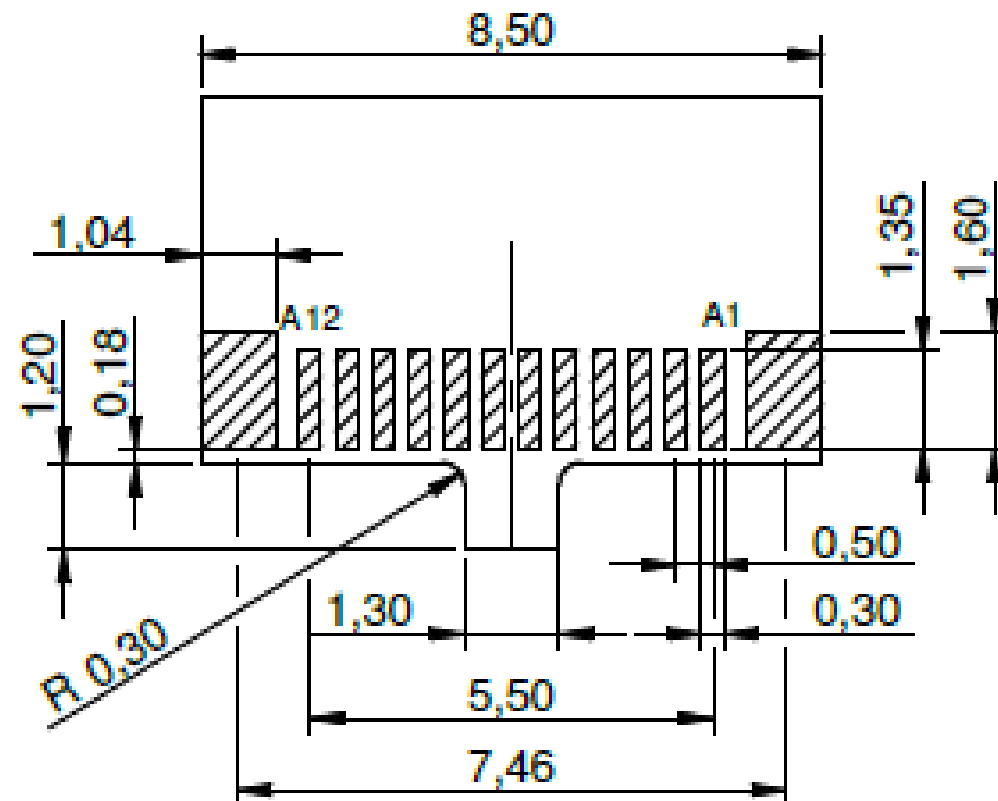
USB 3.1 Produkt Übersicht

Typ C Plug Design – 632 712 000 011

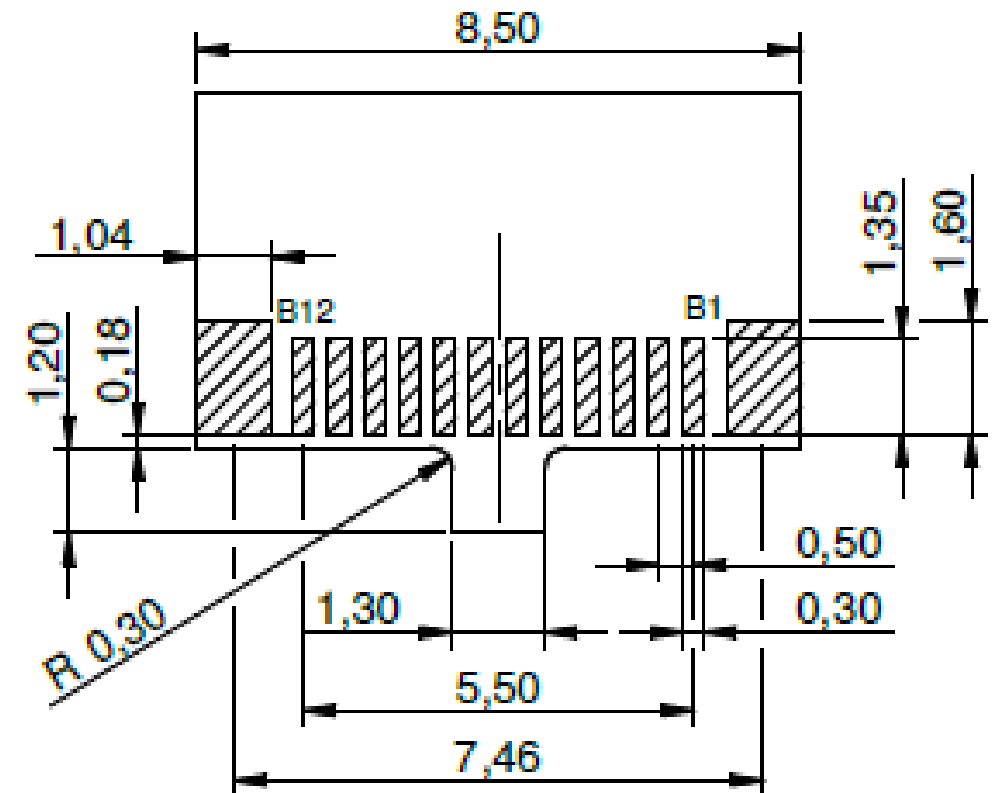


Layout PCB

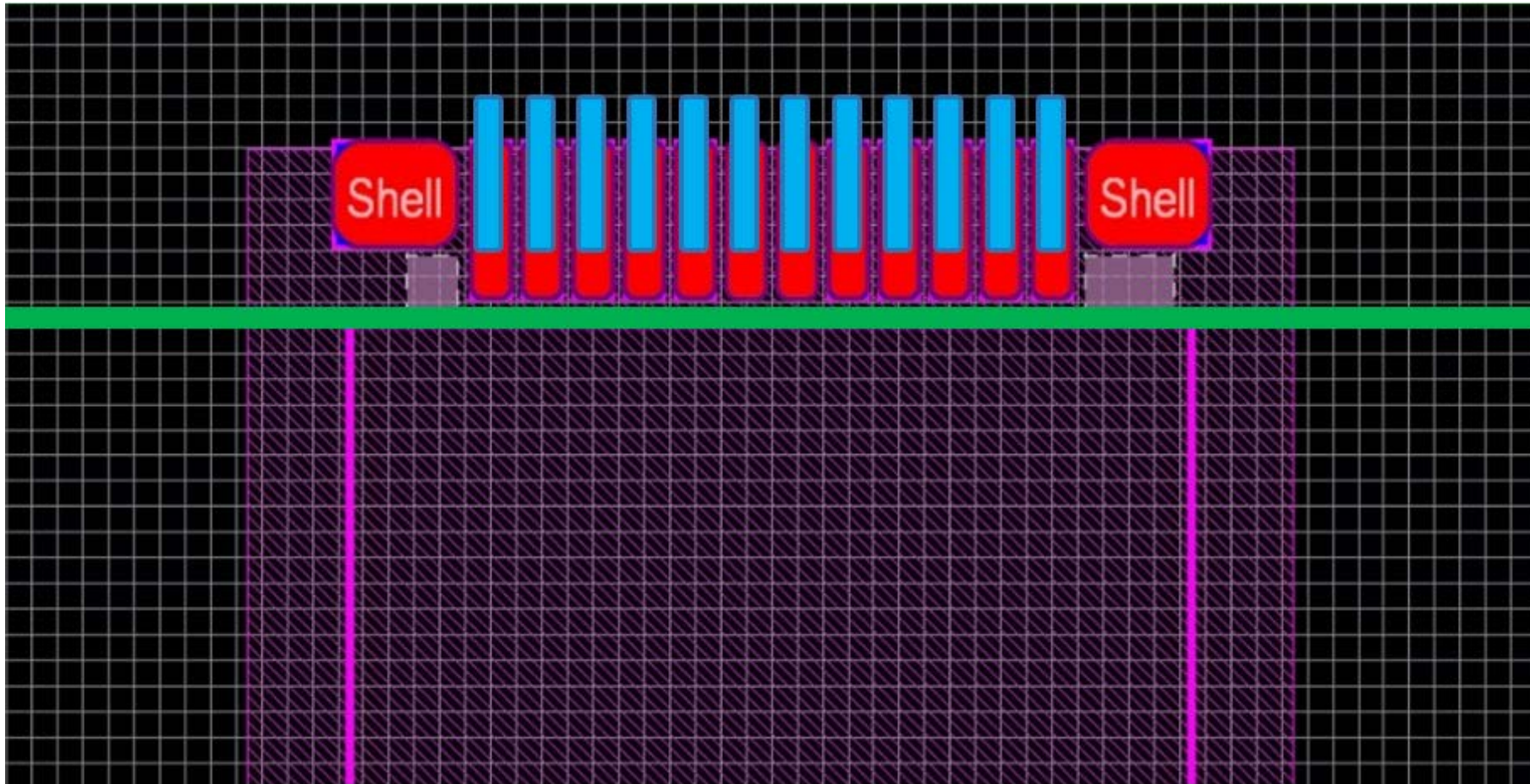
Ansicht Oberseite



Ansicht Unterseite



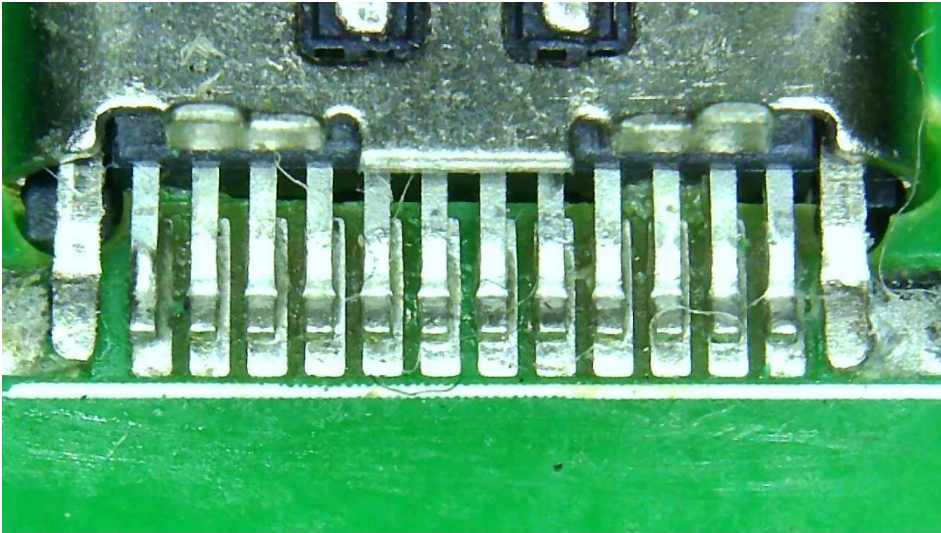
Pastendruck & Schablone



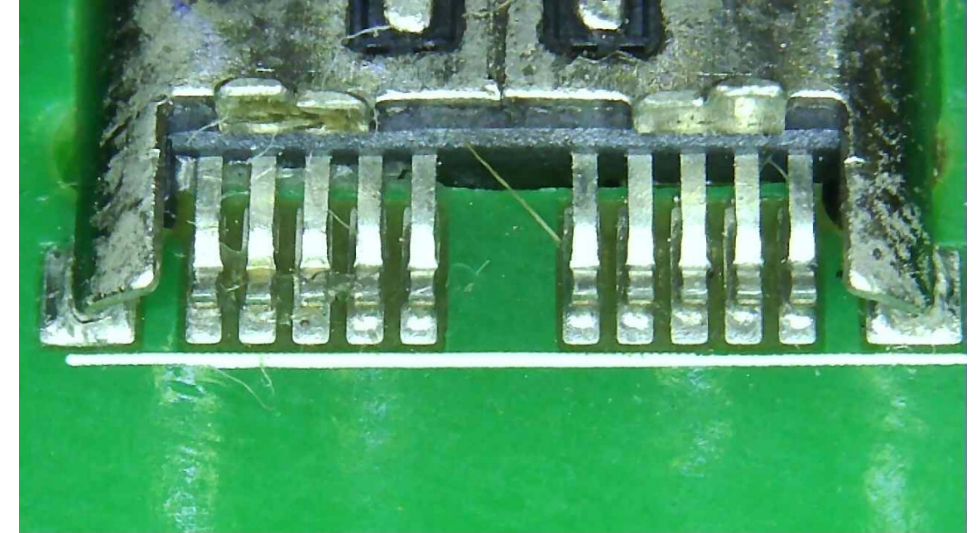
Lötbeispiele



Ansicht Oberseite

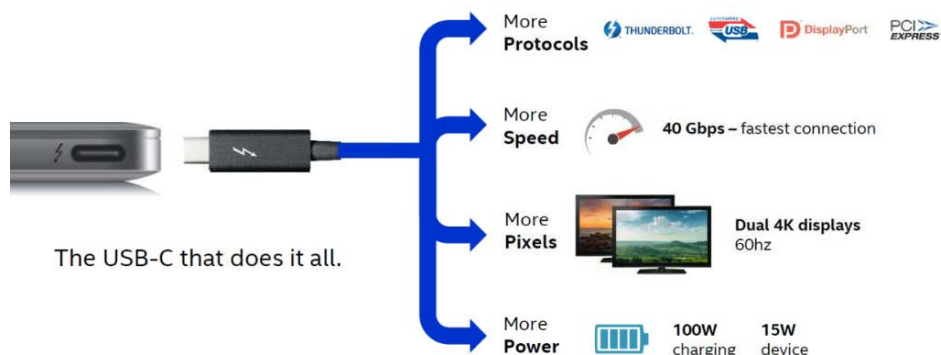


Ansicht Unterseite



Zusammenfassung

Thunderbolt™ 3 Brings Thunderbolt to USB-C



Mechanische Eigenschaften:

- 10.000 Steckzyklen
- hohe Auszugskraft (Rückhaltekraft)
- Langjährige Zuverlässigkeit
- Zeitersparnis (es wird nur ein Steckertyp benötigt)
- Platzsparend

Hochfrequenz Eigenschaften:

- hohe Datenrate (über 10GHz)
- EMV / EMI Schutz
- mix Modus ist möglich
(z.B. USB 2.0 & I²C; USB 2.0 und DC/DC controller)

Elektrische Eigenschaften:

- 5V / 12V / 20V
- bis zu 5A
- PD (bis zu 100W)



Vielen Dank!



Fragen & Antworten



Wir sind jetzt für Sie da! Fragen Sie uns direkt im Chat!

Sie können uns auch gerne nach der Sitzung kontaktieren:



eisos-webinar@we-online.com

Fabian.Aldenbrunn@we-online.com

