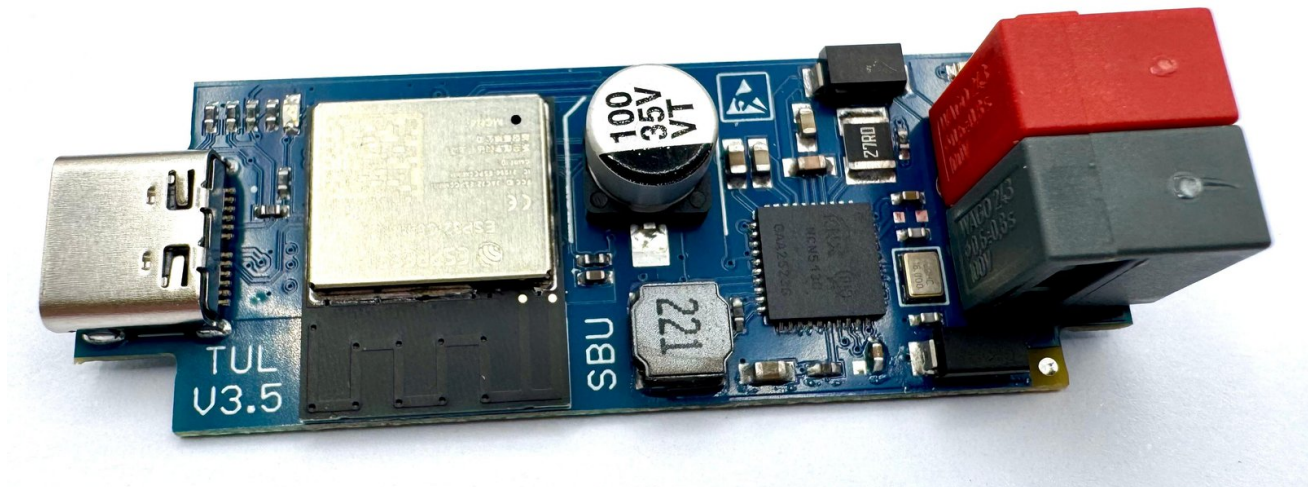


TUL32 — KNX-TP-Schnittstelle für USB und WLAN

Der TUL32 ist eine Hardware-Komponente zum Selbstbau (DIY). Er verbindet einen KNX-TP-Bus mit einem Rechner über USB oder mit einem IP-Netz über WLAN; Ethernet ist über eine Erweiterungsplatine möglich. Welche Funktion der TUL32 hat, bestimmt die Firmware. Das Gerät wird ohne Firmware ausgeliefert; der Kunde installiert sie selbst.

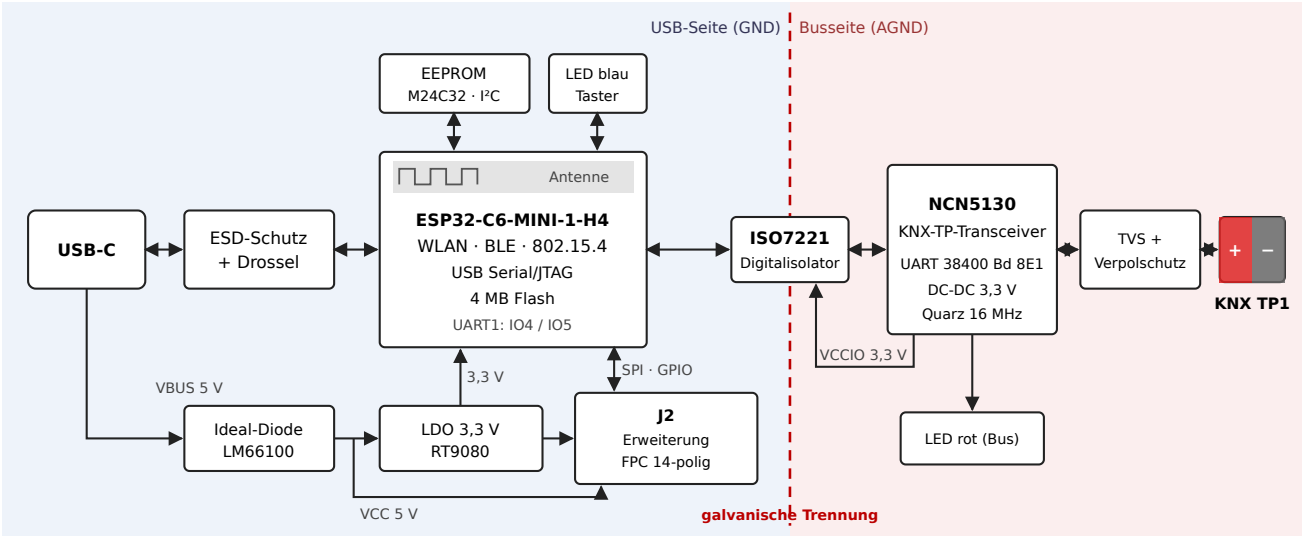


TUL32, Hardware-Revision V3.5, mit gesteckter KNX-Busklemme

Merkmale

- KNX-TP1-Anschluss über Transceiver onsemi NCN5130, KNX-Seite galvanisch von USB getrennt (Digitalisolator, funktionale Trennung)
- Espressif ESP32-C6-MINI-1-H4: IEEE 802.11b/g/n/ax (Wi-Fi 6), 2,4 GHz, Bluetooth LE 5.3, IEEE 802.15.4 (Thread, Zigbee)
- USB-C: Versorgung, serielle Schnittstelle und Firmware-Installation über ein Kabel
- Erweiterungsstecker J2 (SPI, GPIO, Versorgung), z. B. für die Ethernet-Erweiterung W5500EXT (SPI, Stecker gespiegelt: Pin n ↔ Pin 15–n)
- EEPROM für Konfigurationsdaten, zwei LEDs, ein Taster
- Firmware-Installation im Browser, ohne Entwicklungsumgebung

Blockschaltbild



Die gestrichelte Linie markiert die galvanische Trennung zwischen USB-Seite und KNX-Busseite.

Technische Daten

Versorgung	
Versorgung	5 V DC über USB-C (Sink, 5,1 kΩ an CC1/CC2); alternativ 5 V über J2 Pin 2 (Erweiterungsplatine); Rückspeisung in USB durch LM66100 gesperrt
Stromaufnahme (USB)	ca. 46 mA ohne Funk, ca. 90 mA bei WLAN-Empfang, bis ca. 400 mA Spitze beim WLAN-Senden (berechnet)
Spannungsregler	RT9080-33 (3,3 V)
KNX	
Medium	KNX TP1
Busspannung	21 ... 32 V DC (SELV)
Stromaufnahme aus dem Bus	typ. 3 mA bei 30 V, max. ca. 7 mA (berechnet); beim Anlauf auf 30 mA begrenzt
Transceiver	onsemi NCN5130
Schnittstelle zum Prozessor	UART, 38400 Bd, 8 Datenbits + gerade Parität
Trennung	KNX-Seite galvanisch von USB getrennt (Digitalisolator, funktionale Trennung), TI ISO7221ADR (2-Kanal-Digitalisolator); Isolationsspannung: nicht spezifiziert (funktionale Trennung)
Schutzbeschaltung	Suppressordiode SMAJ43CA (bidirektional); Verpolschutz durch Seriodiode ES1M
Anschluss	KNX-Busklemme WAGO 243-211 (PUSH WIRE, rot/dunkelgrau) auf zwei Steckstiften; rot = +, dunkelgrau = – (Siebdruck „+“/„–“)
USB	
Buchse	USB Type-C (Molex 105450-0101)
Funktion	USB-Gerät „USB JTAG/serial debug unit“ des ESP32-C6 (serielle Schnittstelle + JTAG)

Schutzbeschaltung	ESD-Schutz USBLC6-2SC6, Gleichtaktdrossel DLW21SN900HQ2L
Prozessor und Speicher	
Modul	Espressif ESP32-C6-MINI-1-H4
Prozessor	ESP32-C6, 32-Bit-RISC-V, bis 160 MHz, 512 KB SRAM
Flash	4 MB
EEPROM	M24C32 (32 kbit), I ² C-Adresse 0x50, Schreibschutz über IO15
Funk	
WLAN	IEEE 802.11b/g/n/ax (Wi-Fi 6), 2,4 GHz; 2400 – 2483,5 MHz; max. 19,81 dBm EIRP
Bluetooth	Bluetooth LE 5.3; 2400 – 2483,5 MHz; max. 18,46 dBm EIRP
IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.4 (Thread, Zigbee); 2405 – 2480 MHz; max. 10,40 dBm EIRP
Antenne	PCB-Antenne im Modul
Funkmodul, Bescheinigung	EU-Baumusterprüfbescheinigung SN23C0148 (Rev. A, 2023-09-28) für ESP32-C6-MINI-1, RED Anhang III Modul B, benannte Stelle Sporton International (USA) Inc., Kennnummer 2907
Abstand zu Personen	Bei Funkbetrieb mindestens 20 cm Abstand zwischen Gerät und Personen einhalten.
Funk im Lieferzustand	Im Lieferzustand sendet der TUL32 nicht: Er wird ohne Firmware geliefert, und auch die Firmware „USB-serial emulation“ schaltet keinen Funk ein. Erst eine vom Kunden installierte Firmware kann senden.
Anzeige und Bedienung	
LED blau	LED blau (IO8, low-aktiv), firmwaregesteuert
LED rot	LED rot, leuchtet, sobald die busseitige 3,3-V-Versorgung aus dem KNX-Bus anliegt
Taster	Taster „BOOTLOAD“ auf der Unterseite (IO9); beim Einstecken gedrückt halten: Download-Modus für die Firmware-Installation
Umgebung und Mechanik	
Betriebstemperatur	0 ... +40 °C
Lagertemperatur	–20 ... +60 °C
Luftfeuchte	5 ... 85 % r. F., nicht kondensierend
Einsatzort	trockene Innenräume
Bauform	Leiterplatte ohne Gehäuse; Schutzart IP00 (ohne Gehäuse)
Leiterplatte	4 Lagen, Umriss 54,0 × 19,0 mm
Abmessungen gesamt	54,0 × 19,0 × 12 mm (L × B × H, Höhe inkl. Leiterplatte und Busklemme WAGO 243-211)
Gewicht	7 g

Anschlüsse

KNX-Busklemme

Der Bus wird über eine KNX-Busklemme angeschlossen: rot = +, dunkelgrau = – (Siebdruck „+“/„–“). Bei Verpolung arbeitet das Gerät nicht, nimmt aber keinen Schaden (Verpolschutz durch Serendiode ES1M). Die rote LED leuchtet, sobald Busspannung anliegt.

USB-C

Über USB-C wird der TUL32 versorgt und angesprochen. Am Rechner meldet er sich als USB-Gerät „USB JTAG/serial debug unit“ des ESP32-C6 (serielle Schnittstelle + JTAG). Die SBU-Kontakte führen zusätzlich einen Service-UART (ESP32-C6 UART0) an SBU1 (TX) und SBU2 (RX, 499 Ω); normale USB-2.0-Kabel verbinden diese Kontakte nicht.

Erweiterungsstecker J2

Hirose FH34SRJ-14S-0.5SH, 14-polig, FPC, Raster 0,5 mm, Unterseite. Alle Signale liegen auf der USB-Seite (Pegel 3,3 V, Masse GND).

Pin	Signal	ESP32-C6	Verwendung
1	GND	—	Masse (USB-Seite)
2	VCC	—	5 V (Ausgang bei USB-Versorgung / Eingang von Erweiterung)
3	VDD	—	3,3 V (Ausgang LDO)
4	IO0	GPIO0	W5500: INT
5	EN	—	Reset (low-aktiv)
6	IO20	GPIO20	W5500: MISO
7	IO19	GPIO19	W5500: SCLK
8	IO21	GPIO21	W5500: MOSI
9	IO7	GPIO7	frei
10	IO6	GPIO6	frei
11	BOOT	GPIO9	parallel zum Taster
12	TXD0	GPIO16	UART0 TX (auch USB-C SBU1)
13	RXD0	GPIO17	UART0 RX; W5500: CS
14	GND	—	Masse (USB-Seite)

Firmware

Das Gerät wird ohne Firmware ausgeliefert; der Kunde installiert sie selbst. Die Installation erfolgt im Browser (Chrome, Edge oder Opera (Web Serial)) über <https://install.busware.de/TUL/>. Für den TUL32 werden derzeit angeboten:

Firmware	Funktion
USB-serial emulation	Transparente Brücke USB ↔ KNX-Transceiver, z. B. für knxd
KNX-TP ↔ TCP Bridge (cdc2net)	KNX-Transceiver über TCP im Netzwerk erreichbar

Firmware	Funktion
KNX/IP for TUL (ip4knx)	KNXnet/IP-Gateway (Tunneling, Routing) über WLAN oder Ethernet (https://install.busware.de/ip4knx/)
MCP for TUL	KNX-Inbetriebnahme über das Model Context Protocol (https://install.busware.de/TUL/mcp/)

Funktionsumfang und Bedienung beschreibt die jeweilige Firmware-Dokumentation.

Hinweise für den Einbau in eigene Geräte

- Den Antennenbereich des Funkmoduls nicht mit Metall, Masseflächen oder Gehäuseteilen aus Metall abdecken; Espressif empfiehlt im Gehäuse 15 mm Freiraum um die Antenne. Es gelten die Vorgaben des Moduldatenblatts (Espressif, ESP32-C6-MINI-1).
- Die Trennung zwischen USB-Seite und Busseite ist funktional; eine Isolationsspannung ist nicht spezifiziert. Die Trennstrecke nicht überbrücken, auch nicht über Gehäuse, Befestigung oder Messmittel.
- J2 liegt vollständig auf der USB-Seite. Eine Erweiterungsplatine darf den TUL32 über J2 Pin 2 mit 5 V versorgen; die Ideal-Diode verhindert die Rückspeisung in den USB-Anschluss.
- Wer den TUL32 in ein eigenes Produkt einbaut, bewertet die Konformität dieses Produkts selbst.

Bestellangaben

Typ	Artikelnummer	Lieferumfang
TUL32	TUL32-OEM	TUL32 (Leiterplatte TUL V3.5) mit KNX-Busklemme
Zubehör	309.130L, 309.131L	Gehäuse zur Selbstmontage, optional mitbestellbar

Entsorgung

Elektro-Altgerät: nicht über den Hausmüll entsorgen. WEEE-Reg.-Nr. DE 54401172.



Hersteller

Ingenieurbüro Tostmann (busware)

Lindenstrasse 18, 23684 Scharbeutz, Deutschland

E-Mail: info@busware.de · Telefon: +49 4524 7439 779 · <https://busware.de>

Technische Änderungen vorbehalten. Die Angaben beschreiben die Hardware; der Funktionsumfang hängt von der installierten Firmware ab.