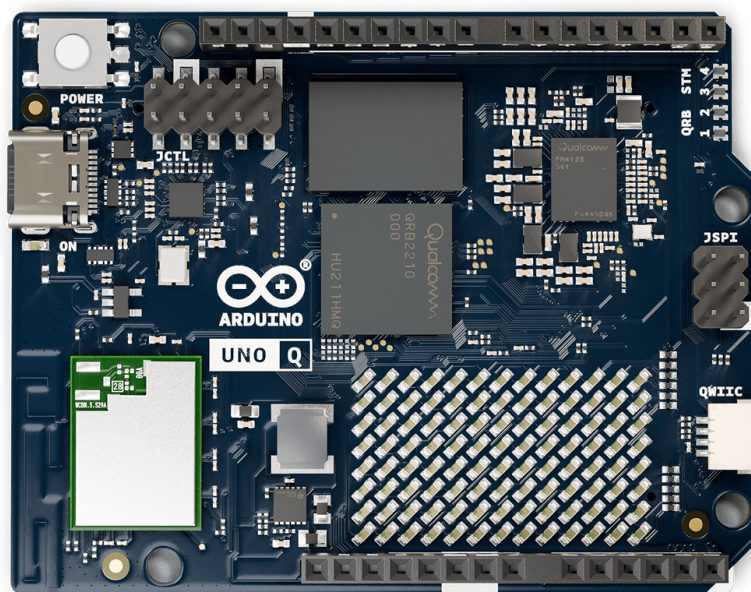


Deutsch



Beschreibung

Der Arduino® UNO Q (im Folgenden UNO Q) ist ein Einplatinencomputer, der den Qualcomm® Dragonwing™ QRB2210-Mikroprozessor (MPU), einen Quad-Core-Arm®-Cortex®-A53 mit Debian-Linux-Betriebssystem, mit dem STMicroelectronics STM32U585-Mikrocontroller (MCU), einem Arm®-Cortex®-M33, auf dem Arduino Core unter dem Zephyr-Betriebssystem läuft. Das Linux-System und der Mikrocontroller kommunizieren über Bridge, Arduinos RPC-Bibliothek (Remote Procedure Call). Dadurch können Arduino-Sketches auf dem Mikrocontroller auf Linux-Dienste für anspruchsvolle Aufgaben zugreifen, während Linux-Anwendungen mit den Peripheriegeräten des Mikrocontrollers interagieren können, um Echtzeitvorgänge innerhalb desselben Projekts zu bewältigen.

Das UNO Q verfügt über integrierten eMMC-Speicher (Optionen: 16 GB, 32 GB) und LPDDR4X-SDRAM (Optionen: 2 GB, 4 GB), damit Linux und deine Projekte reibungslos laufen. Es verfügt über Dual-Band-Wi-Fi® 5 und Bluetooth® 5.1 für drahtlose Konnektivität, einen USB-C®-Anschluss mit Stromversorgungsanschluss und Videoausgang sowie Arduino-kompatible headers für eine einfache Erweiterung mit Shields, Carriers und Zubehör.

UNO Q lässt sich nahtlos in das Arduino App Lab integrieren, sodass Entwickler Arduino-Sketches, Linux-Anwendungen und KI-Modelle in einer einzigen Umgebung kombinieren können. Das App Lab kann direkt auf dem Board oder von einem angeschlossenen PC aus ausgeführt werden und bietet einsatzbereite Beispiele sowie die Flexibilität, maßgeschneiderte Apps für deine Projekte zu erstellen.



Zielgebiete

Prototypenentwicklung, Edge-KI & ML, Bildverarbeitung, Ausbildung, Smart Devices, Robotik, Haus- und Gebäudeautomation, Gaming

INHALT

1 Anwendungsbeispiele	5
2 Funktionen	6
2.1 UNO Q-Varianten	6
2.2 Überblick über die allgemeinen technischen Daten	6
2.2.1 Rechenleistung & Arbeitsspeicher	6
2.2.2 Konnektivität & Medien	7
2.2.3 Erweiterung & Headers	8
2.3 Ähnliche Produkte	9
3 Elektrische Kenndaten	10
3.1 Eingangsleistung	10
3.2 Empfohlene Betriebsbedingungen	11
3.3 Spannungsversorgungen	11
4 Funktionsübersicht	12
4.1 Pinbelegung	12
4.2 Blockdiagramm	13
4.3 Stromversorgung	13
5 UI & Anzeigen	15
6 MPU & MCU	16
6.1 Anwendungsprozessor (MPU)	16
6.2 Echtzeit-Mikrocontroller (MCU)	16
7 Kommunikation zwischen Prozessoren	17
8 Hardwarebeschleunigung	18
8.1 Grafikbeschleunigung	18
8.2 Videobeschleunigung	19
8.2.1 GStreamer-Integration	19
8.3 OpenCL-Unterstützung	20
9 Peripheriegeräte	21
9.1 JMISC (B1) (JMISC1) – Pinbelegung	22
9.2 JMEDIA (B2) (JMEDIA1) – Pinbelegung	24
9.3 Qwiic (A4) (QWIIC1) – Pinbelegung	26
9.4 JSPI (A5) (JSPI1) – Pinbelegung	26
9.5 JCTL (A1) (JCTL1) – Pinbelegung	26
9.6 JDIGITAL (A2) (JDIGITAL1) – Pinbelegung	27



9.7 JANALOG (A3) (JANALOG1) – Pinbelegung	28
10 Hochgeschwindigkeits-Peripheriegeräte	29
11 Bedienung des Geräts	30
11.1 Erste Schritte – Arduino App Lab	30
11.2 Bricks	31
11.3 Hello World	32
11.4 So überprüfen, ob die App ausgeführt wird	32
11.5 Ein-/Aus-Taste	33
11.6 Online-Ressourcen	34
12 Technische Informationen	34
13 RED / UK	37
13.1 Radio Equipment Information (RED Compliance)	39
14 FCC	39
15 ISED	40
16 MIC	41
17 SRRC	41
18 ICASA	41
19 NCC	42
20 ANATEL	42

1 Anwendungsbeispiele

UNO Q kombiniert einen KI-fähigen Linux-Prozessor mit einem Echtzeit-Mikrocontroller und bietet so das Beste aus leistungsstarker Datenverarbeitung und deterministischer Steuerung. Neben dieser Dual-Architektur unterstützt es ein breites Ökosystem aus Arduino-Shields, Carriers, Modulino®-nodes und Zubehör von Drittanbietern, was es zu einer flexiblen Plattform für vielfältige Anwendungen macht.

- **Prototyping:** Schnelle Proof-of-Concepts wie bildverarbeitungs-basierte Inspektionswerkzeuge, intelligente Kiosksysteme oder kompakte Edge-Computer mit integrierter Konnektivität.
- **Ausbildung:** Vermittlung von Linux, Echtzeitprogrammierung, KI und Computer Vision durch projektbasiertes Lernen – von wissenschaftlichen Experimenten bis hin zu interaktiven Lernrobotern.
- **Robotik:** Autonome Lieferroboter, Begleiter, die Gesten nachahmen, und Roboterarme mit visuellem Feedback, die Linux-Bildverarbeitung mit MCU-gesteuerter Motorsteuerung kombinieren.
- **Intelligente Verbrauchergeräte:** Selbstgebaute Smart-Kameras, interaktive Displays oder AR-Projekte, die auf Dual-Kameras und GPU-Beschleunigung basieren.
- **Haus- und Gebäudeautomation:** Intelligente Türklingeln mit Gesichtserkennung, sprachgesteuerte Systeme und personalisierte Klimazentralen.
- **Gaming:** Emulation von Retro-Konsolen, maßgeschneiderte Arcade-Automaten oder verbessertes Gameplay mit gestenbasierter Steuerung, Gesichtsverfolgung und Echtzeit-Feedback.

2 Funktionen

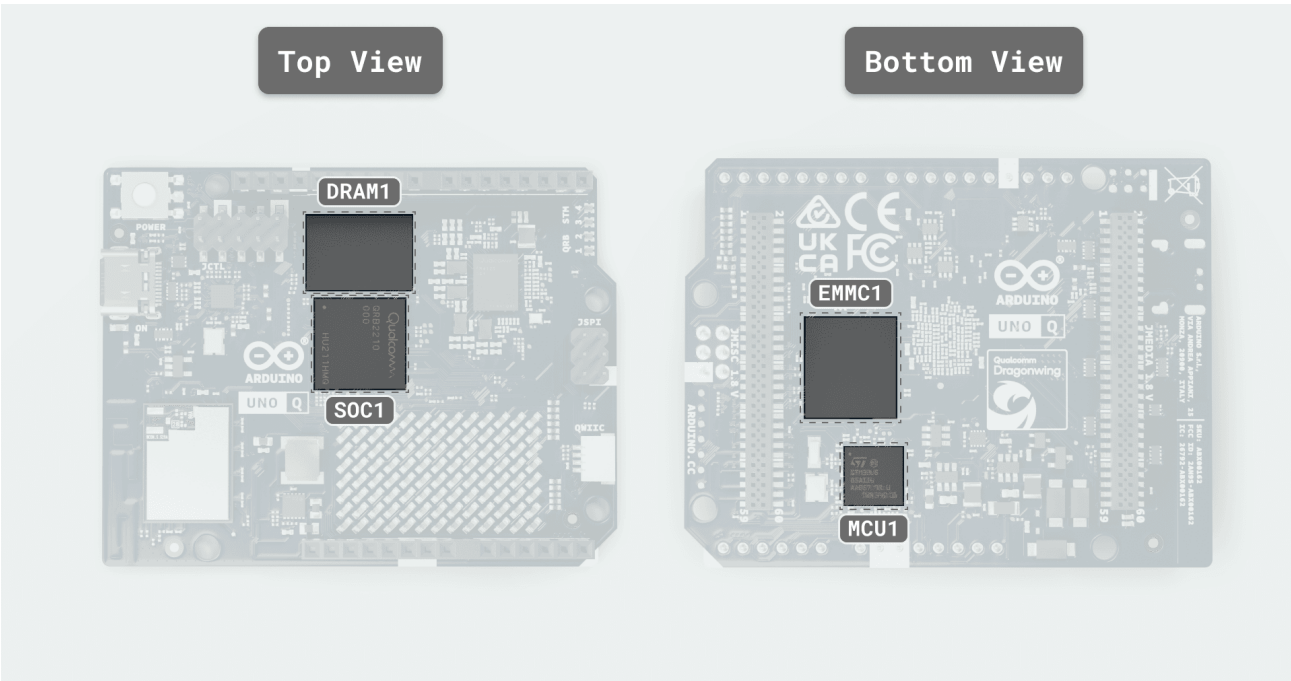
2.1 UNO Q-Varianten

UNO Q ist in zwei Varianten erhältlich:

- **ABX00162:** 2 GB RAM, 16 GB interner Speicher
- **ABX00173:** 4 GB RAM, 32 GB interner Speicher

2.2 Überblick über die allgemeinen technischen Daten

2.2.1 Rechenleistung & Arbeitsspeicher

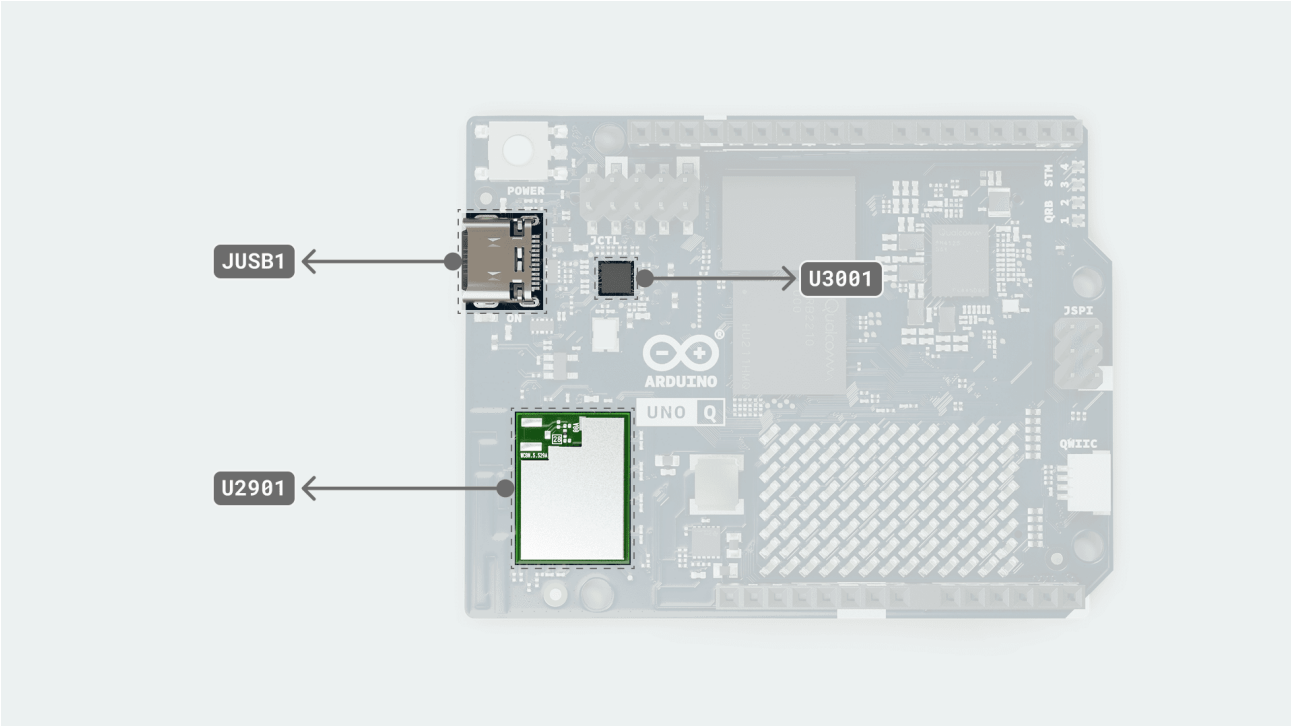


Subsystem	Details
Haupt-MPU	- Qualcomm Dragonwing™ QRB2210 - System-on-Chip (SoC) (MPU) (SOC1): 4 × Arm Cortex-A53 @ 2,0 GHz, 64-Bit- - Adreno 702 GPU @ 845 MHz (3D-Grafik) - Dual-ISPs: 13 MP + 13 MP oder 25 MP bei 30 fps - Debian-Betriebssystem (Upstream-Unterstützung) - I/O: USB 3.1 mit Rollentauschfunktion über USB-Anschluss, SDIO 3.0, 4-Lane MIPI-CSI-2 & 4-Lane MIPI-DSI
Echtzeit-MCU	- ST STM32U585 (MCU) (MCU1), Arm Cortex-M33 mit bis zu 160 MHz - Arduino Core auf Zephyr OS

Subsystem	Details
	- 2 MB Flash, 786 kB SRAM
Systemspeicher	- eMMC mit 16 oder 32 GB (EMMC1) für Betriebssystem und Daten - LPDDR4X mit 2 GB oder 4 GB (Single-Rank, 32-Bit) (DRAM1)

Das Qualcomm Dragonwing™ QRB2210 I/O läuft mit 1.8 V. Die MPU steuert die MIPI-CSI-2-Kamera- und MIPI-DSI-Display-Schnittstellen auf JMEDIA sowie die 1.8-V-MPU- (SoC-) GPIO- und Audio-Endpunkte, die auf JMISC verfügbar sind. JMISC ist ein Mixed-Voltage-Anschluss, der neben den 1.8-V-MPU-Leitungen auch 3.3-V-MCU-Signale und analoge Audiosignale überträgt. Das DisplayPort-Videosignal wird vom integrierten ANX7625 bereitgestellt, der das MIPI-DSI-Signal der MPU in den DisplayPort-Alt-Mode über USB-C umwandelt. Der STM32U585 steuert den ADC, die PWM, den CAN, die LED-Matrix und die 3.3-V-Anschlüsse (JDIGITAL, JANALOG, JSPI und Qwiic).

2.2.2 Konnektivität & Medien

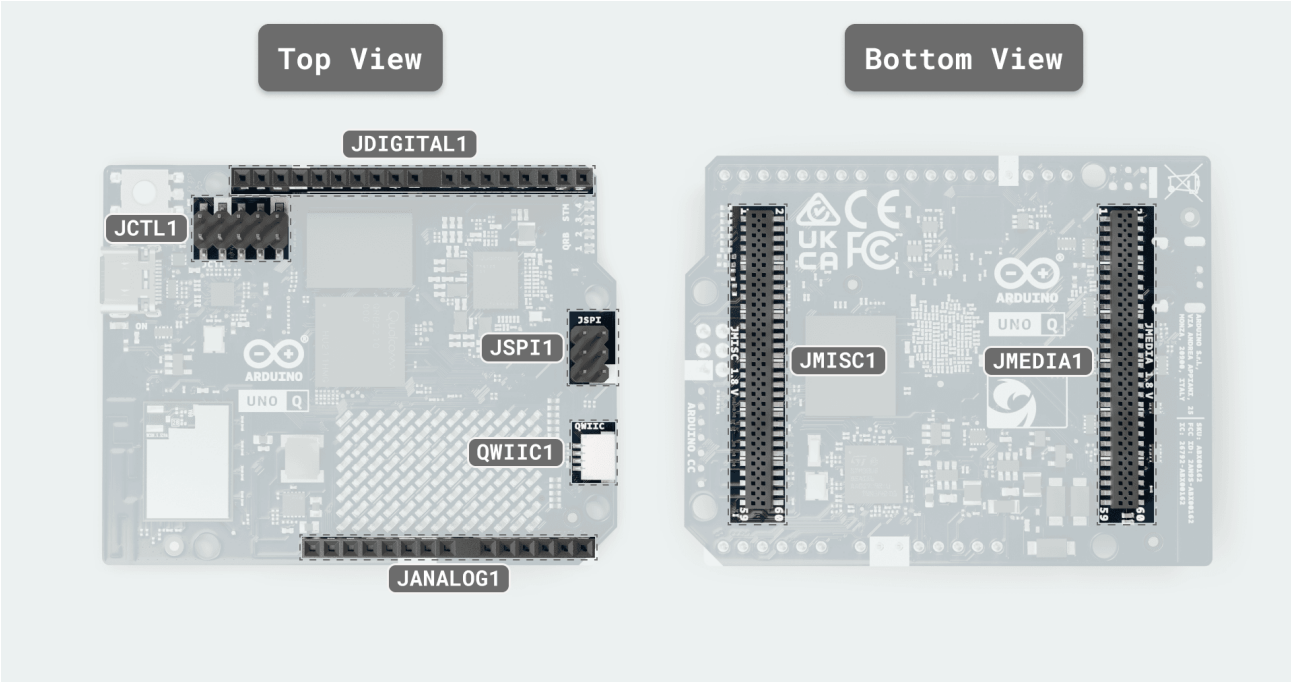


Subsystem	Details
WLAN-Modul	- WCBN3536A (Qualcomm WCN3980) (U2901) - Wi-Fi® 5 802.11a/b/g/n/ac (Dualband) + Bluetooth® 5.1
USB-C-Anschluss (JUSB1)	- USB 3.1 mit Rollenwechsel-Fähigkeit - DisplayPort-Alt-Mode über die ANX7625 DSI-zu-DP-Brücke (U3001) (SuperSpeed-Differenzpaare am Typ-C-Anschluss werden für den DP-Alt-Mode weitergeleitet) - Videoausgang (SBC-Modus): Unterstützt Full-HD-Displays (1920 × 1080p); optimale Auflösung ist 1280 × 720p

Subsystem	Details
	- USB Power Delivery-Verhandlung fordert nur einen 5 V / 3 A-Vertrag an (keine Profile mit höherer Spannung) - VBUS-Lastschalter-/Back-Drive-Schutz (Q2801)

Das wireless Modul nutzt SDIO für Wi-Fi®-Daten und einen UART für die Bluetooth®-Steuerung, mit einer gemeinsamen PCB-Antenne.

2.2.3 Erweiterung & Headers



Schnittstelle (Anschluss)	Spannung & Pin-Anzahl	Details
JMEDIA (JMEDIA1)	1.8-V-Signale, 60-Pin	- Hochgeschwindigkeits-Kamera-/Anzeigekanäle (MIPI DSI, CSI) - Kamerasteuerbus (CCI I²C) – dediziert, kein universeller GPIO- - Kameratakte (SOC_CAM_MCLK0/1) - Führt außerdem Stromschienen (+3V3 OUT, VIN IN) und GND
JMISC (JMISC1)	Gemischt 1.8 V / 3.3 V, 60-Pin	- Gemischte GPIO- und SDIO- - MCU-Peripheriegeräte: SDMMC1, TRACE, PSSI (Parallelkamera), I²C4, MCO/CRS_SYNC, OPAMP1-Pins - Audio-Endpunkte: Mic2 INP/INM/BIAS, Kopfhörer L/R + REF, LineOut P/M, Ohrhörer P/R, HS_DET - MPU (SoC) GPIO-Bänke (SE0) bei 1.8 V

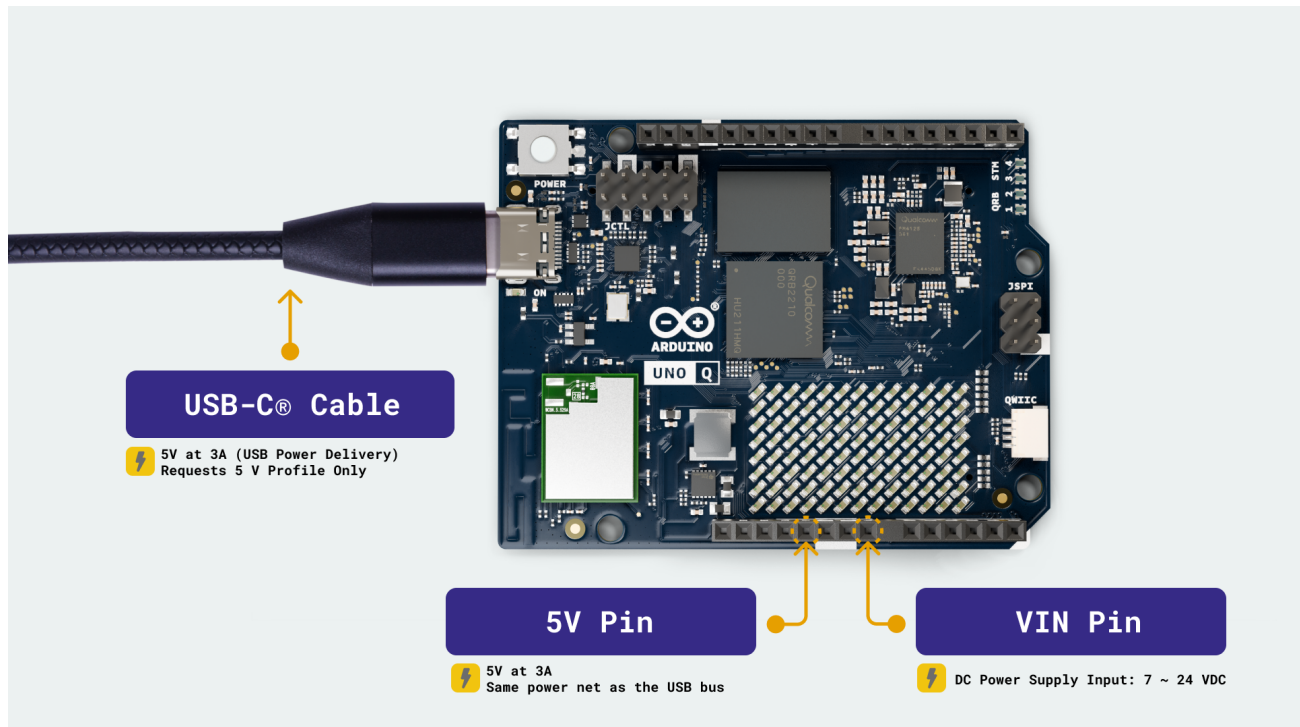
Schnittstelle (Anschluss)	Spannung & Pin-Anzahl	Details
		- Führt außerdem Stromschienen (+5V USB OUT, +3V3 OUT, +1V8 OUT, VBAT OUT, VCOIN IN) und GND
JCTL (JCTL1)	1.8 V, 10-Pin	- SE4-UART-Konsolen- - Eingang für erzwungenen USB-Boot - PMIC-Reset-Eingang - VBUS-Stromschalter deaktivieren - 1.8-V-Schiene und GND
JDIGITAL (JDIGITAL1)	3.3 V, 18-Pin	- Digitale Ein-/Ausgänge für SPI, I ² C, UART, PWM, CAN
JANALOG (JANALOG1)	3.3 V, 14-Pin	- Analog-I/O- - ADC-Kanäle und Referenzspannungen
JSPI (JSPI1)	3.3-V-Logik, 6-Pin + 5 V VBUS	- Dediziertes SPI: MOSI, MISO, SCLK - MCU-Reset (NRST) - Masse - 5 V VBUS (USB-Stromversorgung)
Qwiic (QWIIC1)	3.3 V, 4-Pin	- I ² C (Qwiic-Ökosystem)

2.3 Ähnliche Produkte

- Arduino-UNO-Shields von JDIGITAL und JANALOG
- UNO Q-kompatible Carrier Boards
- Komplettes 24-Pin USB-C-Kabel
- USB-C-Dongle mit externer Stromversorgung

3 Elektrische Kenndaten

3.1 Eingangsleistung



UNO Q-Eingabemethoden

Quelle	Spannungsbereich	Maximalstrom	Anschluss
USB-C VBUS	5 V	bis zu 3 A	USB-C-Anschluss
VIN (DC IN)	7-24 V	-	JMEDIA, JANALOG (VIN)
5-V-Pin	5 V	bis zu 3 A	JANALOG

UNO Q unterstützt zwei Stromversorgungsanschlüsse: einen USB-C-Anschluss und einen 7-24V Gleichstromeingang. Über USB Power Delivery fordert es nur das 5-V/3-A-Profil an und keine PD-Profile mit höherer Spannung. Verwende ein Netzteil und ein Kabel, die für 5 V bei 3 A ausgelegt sind, um eine Unterspannung während kurzer Aktivitätsspitzen wie z. B. bei einer drahtlosen Datenübertragung oder der Initialisierung des Displays zu vermeiden. Eine geregelte externe 5-V-Gleichstromquelle kann ebenfalls verwendet werden, um das Board über den 5-V-Pin am JANALOG-Header mit Strom zu versorgen.

Der USB-C-VBUS und der 5-V-Ausgang des 7-24-V-Buck-Wandlers werden über eine Dioden-ODER-Verknüpfung auf den 5-V-Systembus (5V_SYS) geführt. Aus 5V_SYS leitet das Design den 3.8-V-Vorreglerknoten und anschließend die 3,3 V ab. Der PMIC, der mit 5V_SYS betrieben wird, liefert die 1.8-V-Spannung.

Verpolungsschutz: Getestet bei einer Spannung von -24 V am DC IN-Anschluss. Der Betrieb ist nur bei korrekter Polarität gewährleistet. Lege während des normalen Betriebs keine Verpolungsspannung an.

Schottky-OR-Pfad: Der Vorwärtsspannungsabfall vom Buck-Ausgang zu 5V_SYS wurde wie folgt gemessen (JANALOG VIN-Einspeisung, Rigol DP832-Versorgung in Reihe geschaltet, Keithley DMM6500-Messung, 8542B-

Aktivlast). Die Verlustleistung wird berechnet als $P = I \times V_f$.

Laststrom	Durchlassspannungsabfall (Vf)	Diodenverlustleistung
1,0 A	0,35 V	0,35 W
1,5 A	0,37 V	0,56 W
2,0 A	0,39 V	0,78 W

3.2 Empfohlene Betriebsbedingungen

Verwende die folgenden Grenzwerte, um die Größe der Stromversorgungen zu bestimmen, die Toleranzen der Versorgungsspannungen festzulegen und die thermische Reserve zu planen:

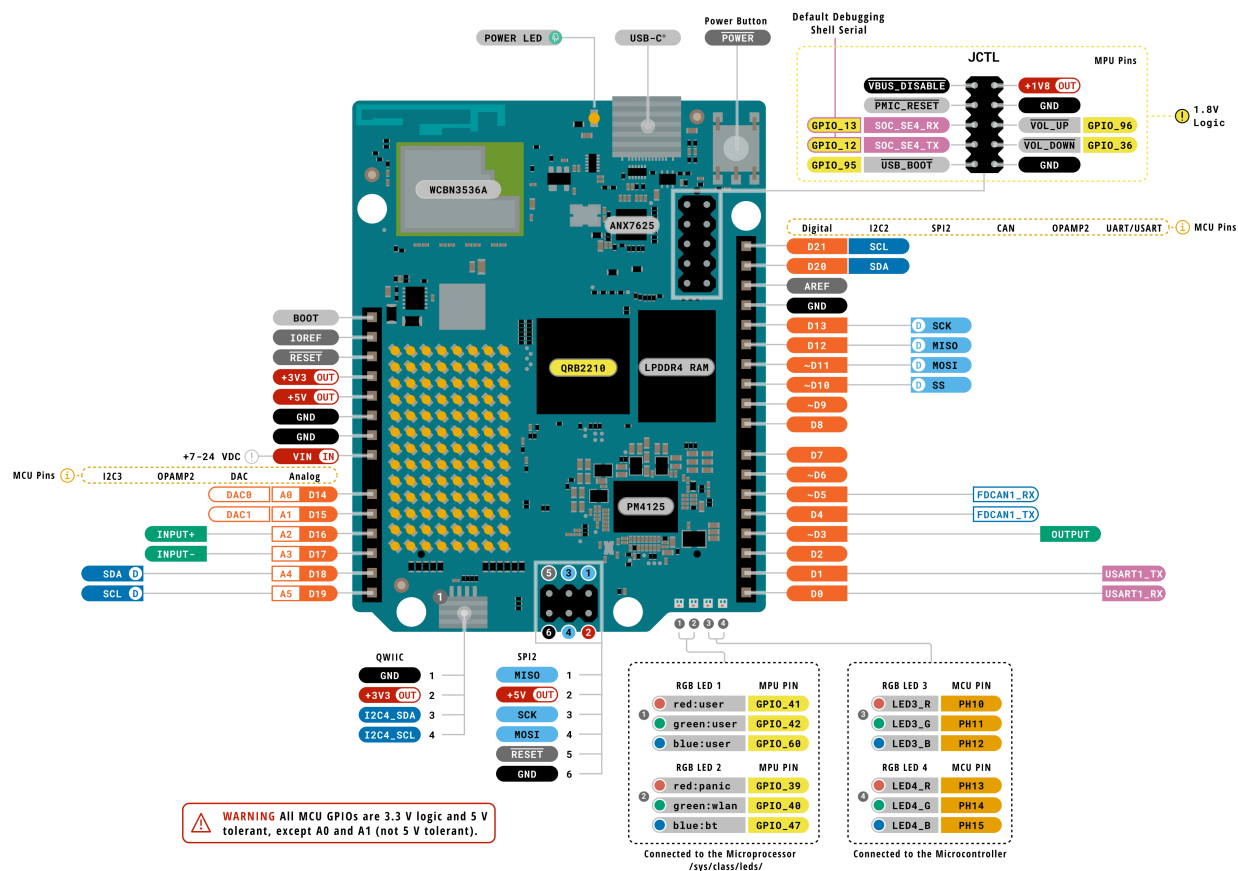
Parameter	Symbol	Minimum	Typisch	Maximum	Einheit
USB-C-Eingang	VBUS_USBC	4,5	5,0	5,5	V
Gleichstromeingang	DC_IN	7,0	-	24,0	V
3.3-V-Systemspannung	PWR_3P3V	3,1	3,3	3,5	V
Betriebstemperatur	T_OP	-10	-	60	°C

„Minimum“ gibt den niedrigsten Dauerbetriebswert für den regulären Betrieb an; kurze Einbrüche können zu Resets oder Verbindungsabbrüchen führen. „Typisch“ ist der Nenn-Auslegungspunkt. „Maximum“ darf nicht überschritten werden. Wähle für DC_IN (7-24 V) eine Versorgungsspannung, die die 5-V-Last problemlos abdeckt, und verwende kurze Kabel, um den Spannungsabfall zu verringern. Der Bereich PWR_3P3V spiegelt die Toleranz des Reglers und die Last wider. Der Temperaturbereich bezieht sich auf die Umgebungsluft in der Nähe dem Board, und ein Betrieb nahe den Grenzwerten kann den verfügbaren Ausgangsstrom verringern.

3.3 Spannungsversorgungen

Spannung	Schiene	Herkunft / Regler
5,0 V	5V_SYS	Dioden-ODER-Verknüpfung aus USB-C-VBUS und 7-24-V-Buck-Ausgang (beide über Schottky-Gleichrichter)
3,8 V	PWR_3P8V	Abwärtswandler (Buck) von 5V_SYS
3,3 V	PWR_3P3V	Abwärtswandler (Buck) von PWR_3P8V
1,8 V	VREG_L15A_1P8V	PM4125 LDO L15A von 5V_SYS

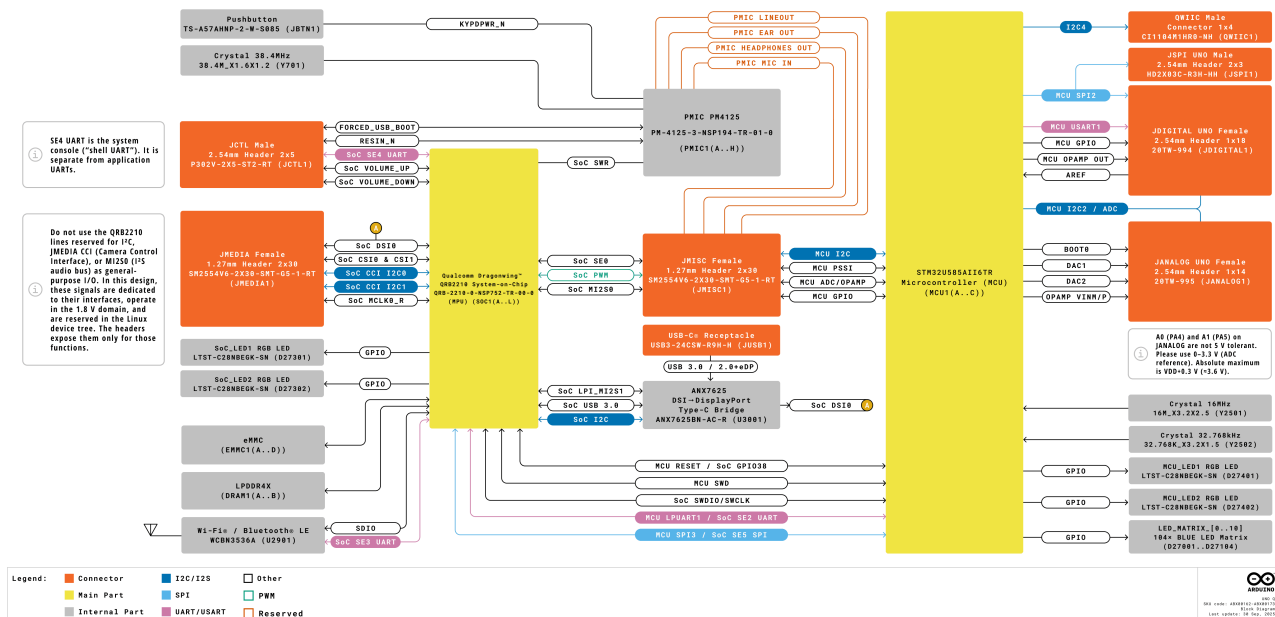
4.1 Pinbelegung



Legend:

	Digital		I2C		Other SERIAL
	Power		Analog		SPI
	Ground		Main Part		UART/USART
					Internal Part

4.2 Blockdiagramm

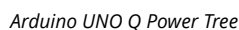


4.3 Stromversorgung

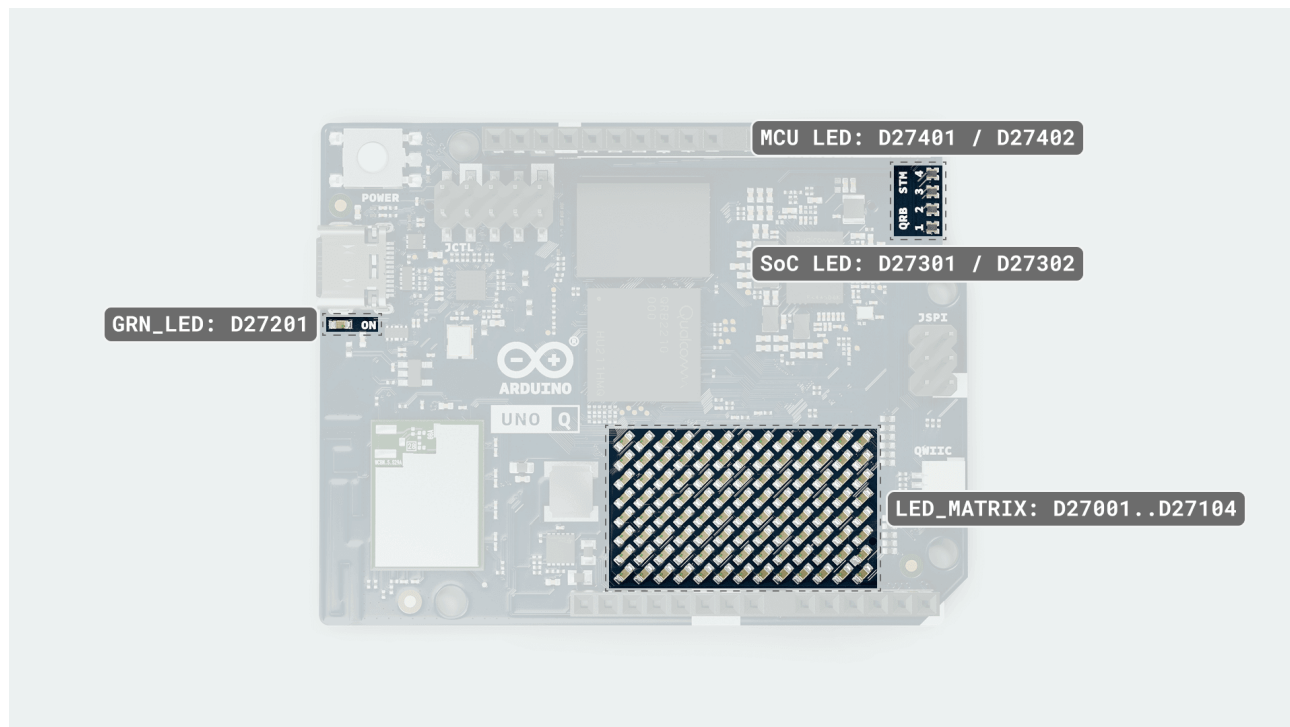
Das UNO Q unterstützt zwei Stromversorgungsanschlüsse: einen USB-C-Anschluss und einen 7-24-V-Gleichstromeingang. Der *USB-C-VBUS* und der 5-V-Ausgang des 7-24-V-Buck-Wandlers werden über eine *Diode-ODER-Verknüpfung* auf den 5-V-Systembus (5V_SYS) geführt.

5V_SYS versorgt den **PM4125-PMIC (PMIC1)** über USB_IN. Der L15A-LDO des PMIC liefert die 1.8-V-Schiene (VREG_L15A_1P8V) und versorgt die SoC-I/O-Bänke, den ANX7625 DVDD18, die digitale Wi-Fi®-Logik und die integrierten Pegelumsetzer. Die 1.8-V-Schiene ist auch am JMISC verfügbar. Aus 5V_SYS erzeugt ein Buck-Wandler die PWR_3P8V (3,8 V), die für das Systemdesign und zukünftige Funktionen reserviert ist. Ein zweiter Buck-Wandler erzeugt PWR_3P3V für den STM32U585, den ANX7625 (3.3-V-Schienen), den Wi-Fi®-3.3-V-Bereich und die 3.3-V-Header-Pins.

Ein *geschützter P-Kanal-MOSFET* (Q2801) kann USB-VBUS von 5V_SYS liefern, wenn das Board als USB-Host/OTG betrieben wird. VC0IN versorgt nur die Echtzeituhr des PMIC mit Strom und nicht die Linux- oder MCU-Domänen. VBAT ist mit PWR_3P8V verbunden und für das Systemdesign sowie zukünftige Funktionen reserviert.



5 UI & Anzeigen



- **RGB-LEDs (Linux-gesteuert):** Zwei dreifarbig LEDs werden vom Qualcomm Dragonwing™ QRB2210-Anwendungsprozessor angesteuert und über `/sys/class/leds/` bereitgestellt.
 - **RGB-LED 1 (D27301):** Kanäle: red:user → **GPIO_41**, green:user → **GPIO_42**, blue:user → **GPIO_60**.
 - **RGB-LED 2 (D27302):** Kanäle: red:panic → **GPIO_39**, green:wlan → **GPIO_40**, blue:bt → **GPIO_47**.

Standardmäßig zeigt die RGB-LED 2 den Systemstatus sowie die Zustände PANIC, WLAN und BT an, kann aber auch vom Benutzer gesteuert werden. Die PWM-Frequenz beträgt etwa 2 kHz, um fließende Farbübergänge zu gewährleisten.
- **RGB-LEDs (MCU-gesteuert):** Zwei dreifarbig LEDs werden vom STM32U585 angesteuert.
 - **RGB-LED 3 (D27401):** LED3_R → **PH10**, LED3_G → **PH11**, LED3_B → **PH12**.
 - **RGB-LED 4 (D27402):** LED4_R → **PH13**, LED4_G → **PH14**, LED4_B → **PH15**.

Die RGB-LEDs sind aktiv-niedrig, das heißt, sie leuchten auf, wenn sie auf Logik-`0` gesetzt werden.

- **LED-Matrix (D27001..D27104):** 8 × 13 monochrome blaue LED-Matrix (104 Pixel), angesteuert vom STM32U585. Sie zeigt während des Linux-Startvorgangs etwa 20–30 Sekunden lang das Boot-Logo an. Ein Zugriff auf die Matrix vor Abschluss des Startvorgangs kann den Betrieb der MCU beeinträchtigen.
- **Betriebs-LED (D27201):** Grüne LED, die an die 3.3-V-Versorgungsspannung angeschlossen ist und leuchtet, sobald das Board mit Strom versorgt wird.

6 MPU & MCU

Eine MPU (Microprocessor Unit) ist ein leistungsstarker Anwendungsprozessor, der für die Ausführung eines vollständigen Betriebssystems und komplexer Software ausgelegt ist. Eine MCU (Microcontroller Unit) ist ein kleiner, energieeffizienter Controller, der auf schnelle, präzise Zeitsteuerung für E/A und Steuerung ausgelegt ist. UNO Q kombiniert beides, um Rechenleistung auf Betriebssystemebene mit reaktionsschneller, zeitkritischer Steuerung auf einem einzigen Board zu vereinen und über Bridge zu kommunizieren, eine RPC-Schicht, die auf beiden Seiten implementiert ist.

6.1 Anwendungsprozessor (MPU)

Der Qualcomm® Dragonwing™ QRB2210 ist ein Quad-Core-Prozessor auf Basis des Arm® Cortex®-A53, auf dem das Betriebssystem Debian Linux läuft. Seine I/O-Schnittstellen arbeiten mit 1.8 V und er unterstützt Hochgeschwindigkeitsmedien sowie Type-C/PD-Funktionen.

- Spannungsbereich: 1.8 V für MPU (SoC)-GPIO und Hochgeschwindigkeitsschnittstellen
- Unterstützt JMEDIA: MIPI-CSI-2-Kamera- und MIPI-DSI-Display-Kanäle
- Steuert 1.8-V-MPU-GPIO- und Audio-Endpunkte auf JMISC (Mixed-Voltage-Header) an
- USB-C: Rollenwechsel und PD-Aushandlung (Anforderung: 5 V / 3 A)
- DisplayPort-Ausgang über den integrierten ANX7625 (konvertiert MIPI-DSI in DP Alt-Mode)

6.2 Echtzeit-Mikrocontroller (MCU)

Der STMicroelectronics® STM32U585 ist ein Arm® Cortex®-M33, auf dem der Arduino Core unter dem Zephyr-Betriebssystem läuft. Er bietet eine schnelle, präzise Zeitsteuerung für Steuerungsaufgaben und 3.3-V-I/O-Anschlüsse.

- Spannungsbereich: 3,3 V für GPIO und Analog ($V_{REF+} \approx 3,3 \text{ V}$)
- Verwaltet ADC, PWM, CAN, LED-Matrix und Timer
- Unterstützt 3.3-V-headers: JDIGITAL, JANALOG, JSPI, Qwiic

JMISC unterstützt beide Bereiche: 1.8-V-MPU-Leitungen werden neben 3.3-V-MCU-Signalen (z. B. PSSI, SDMMC1, TRACE, I²C4) und Analog-/Audiosignalen verwendet. Bitte überprüfe die Spannungspegel, wenn du den Carrier oder externe Logik anschließen.

7 Kommunikation zwischen Prozessoren

Der Qualcomm® Dragonwing™ QRB2210 (MPU) und der STM32U585 (MCU) kommunizieren über die Arduino Bridge, eine softwarebasierte RPC-Schicht (Remote Procedure Call), die sowohl auf der Linux- als auch auf der MCU-Seite implementiert ist. Bridge bietet eine serviceorientierte API, die es beiden Prozessoren ermöglicht, Dienste für den jeweils anderen bereitzustellen, und gleichzeitig Einweg-Benachrichtigungen für asynchrone Ereignisse unterstützt. Sie verwaltet das Nachrichten-Routing zwischen den Prozessoren und unterstützt mehrere physikalische Transportprotokolle. Über ihre API ermöglicht die Bridge typsichere Funktionsaufrufe, sodass Mikrocontroller-Sketches Linux-Dienste aufrufen und strukturierte Antworten empfangen oder Daten über Benachrichtigungen pushen können.

Wenn für einen Carrier oder externe Logik eine Hardware-Anzeige benötigt wird, kann die Firmware einen 1.8-V-MPU-GPIO auf JMISC oder einen verfügbaren JCTL-GPIO als „Ready“- oder „Wake“-Ausgang zuweisen. Dieses Signal kann über eine pegelkompatible Schaltung, wie z. B. einen Pegelumsetzer oder eine Open-Drain-Konfiguration mit Pull-up-Widerstand, an einem MCU-GPIO empfangen werden. Die Firmware definiert die genaue Funktion dieses Signals. Alternativ kann die Aktivität auf dem ausgewählten Transport (USB CDC, UART oder SPI) als Wake-Quelle dienen, wenn sich die MCU im Schlafmodus befindet.

Die MPU-GPIO-Signale arbeiten im Niederspannungsbereich des Anwendungsprozessors (1.8 V). Stelle sicher, dass alle Verbindungen zum Mikrocontroller mit dessen I/O-Spannungsversorgung (3.3 V) pegelkompatibel sind. Verwende zum Beispiel einen Pegelumsetzer oder eine Open-Drain-Konfiguration mit einem Pull-up zur I/O-Spannungsversorgung des Mikrocontrollers.

8 Hardwarebeschleunigung

Der UNO Q bietet Hardwarebeschleunigung sowohl für 3D-Grafiken als auch für die Videokodierung/-dekodierung dank der integrierten Adreno 702-GPU, die mit 845 MHz läuft.

8.1 Grafikbeschleunigung

Die Adreno 702 GPU bietet hardwarebeschleunigtes 3D-Grafik-Rendering über Open-Source-Mesa-Treiber. Anwendungen können über Standard-Grafik-APIs wie OpenGL, OpenGL ES, Vulkan und OpenCL auf die GPU-Beschleunigung zugreifen.

Grafik-API	Treiber	Hardware-Unterstützung	Aktuelle Treiberversion	Gerätename
Desktop OpenGL	freedreno	-	3.1	FD702
OpenGL ES	freedreno	3.1	3.1	FD702
Vulkan	turnip	1.1	1.0.318	Turnip Adreno (TM) 702
OpenCL	Mesa	2.0	2.0	-

Die Adreno 702 GPU verfügt über eine einheitliche Speicherarchitektur, bei der sie sich den System-RAM mit der CPU für den Datentransfer teilt. Sie unterstützt 64-Bit-Speicheradressierung und bietet Direct-Rendering-Funktionen für optimale Grafikleistung.

Parameter	Spezifikation
Taktfrequenz	845 MHz
Speicherarchitektur	Einheitlich (gemeinsam mit dem System-RAM genutzt)
Verfügbarer Videospeicher	1740 MB
Speicheradressierung	64-Bit
Direktes Rendering	Ja
Maximale Größe der 2D-Textur	16384 × 16384 Pixel
Maximale Größe der 3D-Textur	2048 ³ Voxel
Maximale Größe der Cube-Map	16384 × 16384 Pixel
OpenGL Shading Language (GLSL)	1.40
OpenGL ES Shading Language	3.10 ES

Der Mesa-Grafikstack bietet Unterstützung für Standard-OpenGL-Erweiterungen und -Funktionen. Anwendungen, die OpenGL, OpenGL ES oder Vulkan nutzen, verwenden automatisch die Hardwarebeschleunigung, ohne dass eine zusätzliche Konfiguration erforderlich ist. Standard-Grafik-Tools wie mesa-utils und vulkan-tools funktionieren auf dem UNO Q sofort nach der Installation.

Hinweis: Die OpenGL- und Vulkan-Treiber sind über die Open-Source-Mesa-Treiber „freedreno“ (OpenGL/OpenGL ES) und „turnip“ (Vulkan) verfügbar, was für Transparenz und Community-Unterstützung sorgt. Während die Adreno 702-Hardware Vulkan 1.1 unterstützt, bietet die aktuelle Treiberimplementierung Vulkan 1.0.318. **Es gibt keine UNO Q-spezifischen OpenGL- oder Vulkan-Beispiele. Allerdings können die Standard-Mesa-Dienstprogramme und Beispiele aus dem Mesa-Projekt als Referenz herangezogen werden.**

8.2 Videobeschleunigung

Die Adreno 702 GPU verfügt über dedizierte Hardware-Video-Encoder und -Decoder, auf die über die V4L2-API (Video4Linux2) mittels der Geräte /dev/video0 und /dev/video1 zugegriffen werden kann. Für die folgenden Video-Codecs steht eine Hardwarebeschleunigung zur Verfügung:

Codec	Kodierung	Dekodierung	GStreamer-Element
H.264 (AVC)	Ja	Ja	v4l2h264enc / v4l2h264dec
H.265 (HEVC)	Ja	Ja	v4l2h265enc / v4l2h265dec
VP9	Nein	Ja	v4l2vp9dec

Der Hardware-Video-Encoder und -Decoder entlastet die CPU von Komprimierungs- und Dekomprimierungsaufgaben und überträgt diese auf spezielle Hardware, was eine effiziente Videoverarbeitung in Echtzeit ermöglicht. Das senkt den Stromverbrauch des Systems und ermöglicht es der CPU, sich auf die Anwendungslogik zu konzentrieren. Hardwarebeschleunigung ist für Auflösungen bis zu 1920×1080 (Full HD) verfügbar, einschließlich gängiger Formate wie 720p (1280×720).

8.2.1 GStreamer-Integration

Der empfohlene Ansatz für den Zugriff auf die Hardware-Videobeschleunigung erfolgt über **GStreamer**, das eine hochrangige Pipeline-Schnittstelle zu den V4L2-Geräten bereitstellt. Die folgenden GStreamer-Elemente bieten hardwarebeschleunigte Videoverarbeitung:

Für die H.264-Decodierung kann die folgende Pipeline verwendet werden:

```
gst-launch-1.0 filesrc location=videos/xxxxx.mp4 \
! qtdemux name=demux demux.video_0 ! queue ! h264parse ! v4l2h264dec \
! videoconvert ! autovideosink
```

Für die H.265-Decodierung kann die folgende Pipeline verwendet werden:

```
gst-launch-1.0 filesrc location=videos/xxxxx.mp4 \
! qtdemux name=demux demux.video_0 ! queue ! h265parse ! v4l2h265dec \
! videoconvert ! autovideosink
```

Für die VP9-Decodierung kann die folgende Pipeline verwendet werden:

```
gst-launch-1.0 filesrc location=videos/xxxxx.webm \
! matroskademux ! queue ! v4l2vp9dec \
! videoconvert ! autovideosink
```

Für die H.264-Kodierung kann die folgende Pipeline verwendet werden:

```
gst-launch-1.0 videotestsrc num-buffers=30 \
! video/x-raw,width=1280,height=720,framerate=30/1 \
! v4l2h264enc ! h264parse ! mp4mux ! filesink location=/tmp/output.mp4
```

Für die H.265-Kodierung kann die folgende Pipeline verwendet werden:

```
gst-launch-1.0 videotestsrc num-buffers=30 \
! video/x-raw,width=1920,height=1080,framerate=30/1 \
```

```
! v4l2h265enc ! h265parse ! mp4mux ! filesink location=/tmp/output.mp4
```

Für die gleichzeitige Kodierung und Dekodierung kann die folgende Pipeline verwendet werden:

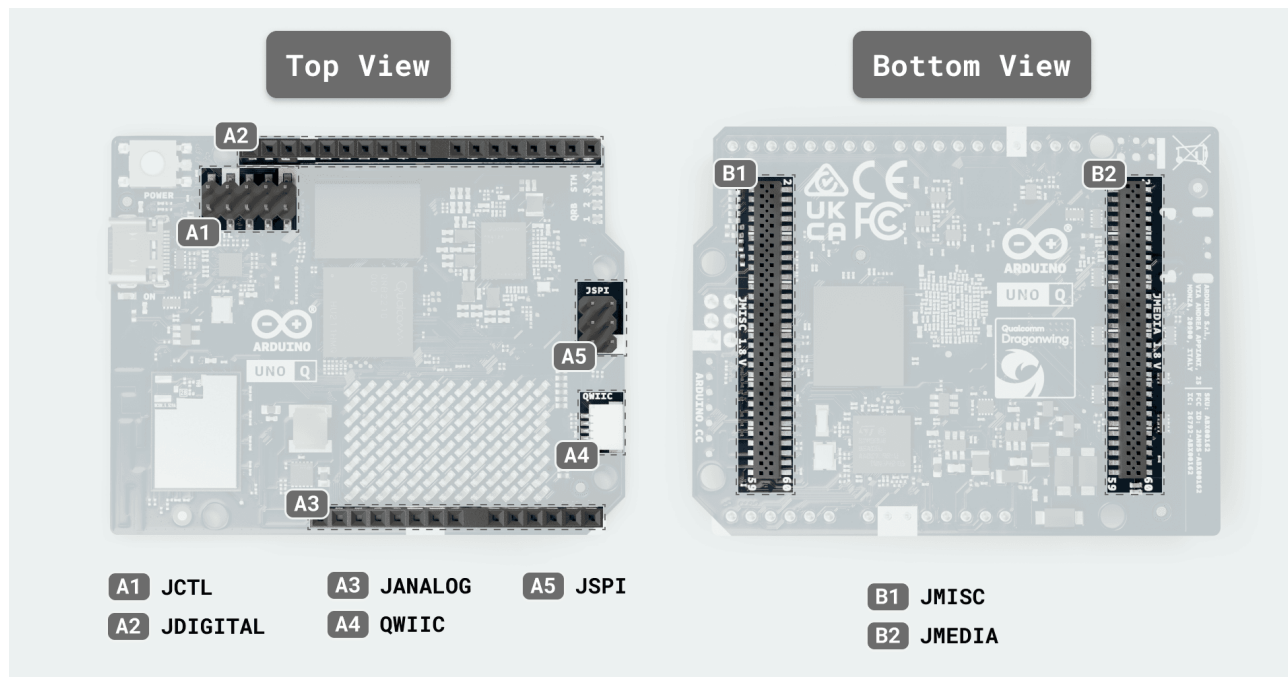
```
gst-launch-1.0 -v videotestsrc num-buffers=1000 \  
! video/x-raw,format=NV12,width=1280,height=720,framerate=30/1 \  
! v4l2h264enc capture-io-mode=4 output-io-mode=2 ! h264parse \  
! v4l2h264dec capture-io-mode=4 output-io-mode=2 ! videoconvert \  
! autovideosink
```

Zugriff für Entwickler: Auf die V4L2-Videogeräte kann über Standard-Linux-APIs zugegriffen werden, was eine direkte Integration in C/C++-Anwendungen mithilfe von libv4l2 oder über übergeordnete Frameworks wie GStreamer, FFmpeg oder OpenCV mit V4L2-Backend-Unterstützung ermöglicht.

8.3 OpenCL-Unterstützung

Die OpenCL 2.0-Unterstützung ist über die Mesa-Implementierung verfügbar und ermöglicht GPGPU-Berechnungen (General-Purpose GPU) für parallele Verarbeitungsaufgaben, wissenschaftliche Berechnungen und rechenintensive Vorgänge. Dank der OpenCL-Fähigkeiten des Adreno 702 können rechenintensive Aufgaben von der CPU auf die GPU ausgelagert werden, was zu einer Leistungssteigerung führt.

9 Peripheriegeräte



UNO Q Peripheriegeräte

- **JDIGITAL (A2) (JDIGITAL1) / JANALOG (A3) (JANALOG1):** 3.3-V-GPIO mit Unterstützung für SPI-, UART-, CAN-, PWM- und ADC-Eingänge. Analoge Eingänge beziehen sich auf VREF+ auf der 3.3-V-Schiene. Der gültige Eingangsbereich liegt zwischen 0 V und VREF+. Einige STM32U585-Pads sind im Digitalmodus 5-V-tolerant, jedoch sind sie bei Konfiguration als ADC oder für eine beliebige analoge Funktion (wie A0 bis A5) nicht 5-V-tolerant und dürfen $VDD + 0,3 \text{ V}$ nicht überschreiten. Verwende für höhere Spannungen eine externe Konditionierung wie einen Spannungsteiler oder einen Puffer. Bei A4/A5 im Einsatz als I2C3 (PC1/PC0) verwende nur Pull-ups auf 3.3 V. Außerdem verwendet ~D3 (PB0) eine TT-artige I/O-Struktur und ist 3,6 V-tolerant; es ist in keinem Modus, auch nicht im Digitalmodus, 5 V-tolerant.
- **QWIIC-Anschluss (A4) (QWIIC1):** Zusätzlicher I²C-Bus (3.3-V-Logik). Er ist auf **PD13 (I2C4_SDA)** und **PD12 (I2C4_SCL)** abgebildet. Er garantiert Plug-and-Play-Kompatibilität mit Modulino® nodes sowie Sensoren und Aktoren von Drittanbietern.
- **JSPI (A5) (JSPI1):** 3.3-V-SPI-Anschluss für Peripheriegeräte, der MOSI-, MISO- und SCLK-Signale bereitstellt, wobei die Chip-Auswahl über einen GPIO-Pin auf JDIGITAL/JMISC erfolgt. Die Pins verwenden die STM32U585-FT-Konfiguration mit MISO auf PC2, MOSI auf PC3 und SCLK auf PD1. Sie sind als Eingänge oder im Open-Drain-Modus 5-V-tolerant, während die Ausgänge 3.3 V liefern. Füge eine Pegelumsetzung hinzu, wenn eine 5-V-Eingangsschwelle oder eine bidirektionale 5-V-Signalübertragung erforderlich ist. Enthält einen 5V_SYS-Strompin.
- **JMEDIA (B2) (JMEDIA1):** Vierkanalige Kamera- und Anzeigesignale im 1.8-V-Bereich (MIPI-CSI-2 und MIPI-DSI).
- **JMISC (B1) (JMISC):** Header mit gemischten Funktionen, der 3.3-V-MCU-Signale und 1.8-V-MPU-Signale kombiniert. Er bietet den MCU-PSSI-Bus (Parallelkamera), SDMMC1-Testpins, TRACE, I2C4, MCO/CRS_SYNC

sowie die analogen OPAMP1-Pins. Außerdem führt er Audioanschlüsse (Mic2, Headphone L/R+REF, LineOut P/M, Earpiece P/R, HS_DET) und Spannungsschienen (+3V3, +5V_USB, +1V8, VBAT und VCOIN für den Systemgebrauch) heraus. Beachte die Spannungsbereiche: **MCU-Pins sind 3.3 V, MPU-GPIO sind 1.8 V.**

- **JCTL (A1) (JCTL1):** Pins für den Boot-Modus, Reset und Signale zum Aufwachen aus dem Energiesparmodus (1.8-V-Logik).

SE4 UART ist die Systemkonsole (Shell-UART). Sie ist von den Anwendungs-UARTs getrennt und sollte nicht für Benutzer-E/A umfunktioniert werden. Sie arbeitet im **1.8-V-E/A-Bereich** der MPU.

Verwende die für **I²C**, **JMEDIA CCI** (Camera Control Interface) oder **MIZSO** (I²S-Audiobus) reservierten Leitungen des Qualcomm Dragonwing™ QRB2210 nicht als allgemeine Ein-/Ausgänge. Diese Signale sind für bestimmte Schnittstellen vorgesehen, arbeiten mit **1.8 V** und sind im Linux-Gerätebaum reserviert. Die Pins sind nur für diese Funktionen freigegeben.

9.1 JMISC (B1) (JMISC1) – Pinbelegung

Pin	Bezeichnung	MCU/SoC-Pin	Domäne	Anmerkungen
1	MCU_PSSI_D0	PC6	3.3V MCU	PSSI D0
2	MCU_SDMMC1_CMD	PD2	3.3V MCU	SDMMC1 CMD / test
3	MCU_PSSI_D1	PC7	3.3V MCU	PSSI D1
4	MCU_TRACE_CLK	PE2	3.3V MCU	Trace clock
5	MCU_PSSI_D2	PC8	3.3V MCU	PSSI D2
6	MCU_TRACE_D0	PE3	3.3 V MCU	Trace-Daten 0
7	MCU_PSSI_D3	PC9	3.3 V MCU	PSSI D3
8	MCU_TRACE_D2	PE5	3.3 V MCU	Trace-Daten 2
9	MCU_PSSI_D4	PE4	3.3V MCU	PSSI D4
10	MCU_TRACE_D3	PE6	3.3-V-MCU	Trace-Daten 3
11	MCU_PSSI_D5	PI4	3.3V MCU	PSSI D5
12	MCU_PE7	PE7	3.3V MCU	GPIO
13	MCU_PSSI_D6	PI6	3.3V MCU	PSSI D6
14	MCU_PE8	PE8	3.3V MCU	GPIO
15	MCU_PSSI_D7	PI7	3.3V MCU	PSSI D7
16	MCU_I2C4_SCL	PF14	3.3V MCU	I ² C4 SCL
17	MCU_PSSI_PDCK	PD9	3.3V MCU	PSSI clock
18	MCU_I2C4_SDA	PF15	3.3 V MCU	I ² C4 SDA
19	MCU_PSSI_RDY	PI5	3.3 V MCU	PSSI bereit
20	MCU_OPAMP1_VOUT	PA3	Analog	OpAmp1 VOUT
21	MCU_PSSI_DE	PD8	3.3-V-MCU	PSSI-Datenfreigabe
22	MCU_OPAMP1_VINP	PA0	Analog	OpAmp1 VINP
23	MCU_MCO	PA8	3.3V MCU	MCU clock out
24	MCU_OPAMP1_VINM	PA1	Analog	OpAmp1 VINM
25	MCU_CRS_SYNC	PA10	3.3 V MCU	CRS-Synchronisation
26	GND	-	Stromversorgung	Masse
27	GND	-	Stromversorgung	Masse

Pin	Bezeichnung	MCU/SoC-Pin	Domäne	Anmerkungen
28	EAR_P_R	-	Analog	Audio ear P_R
29	MIC2_INP	-	Analog	Mic2 IN+
30	EAR_M_R	-	Analog	Audio ear M_R
31	MIC2_INM	-	Analog	Mic2 IN-
32	LINEOUT_P	-	Analog	Line-Ausgang P
33	MIC2_BIAS	-	Analog	Mic2-Vorspannung
34	LINEOUT_M	-	Analog	Line-Ausgang M
35	GND	-	Stromversorgung	Masse
36	HPH_L	-	Analog	Kopfhörer L
37	SOC_GPIO_0_SE0	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 0 (SE0)
38	HPH_R	-	Analog	Kopfhörer R
39	SOC_GPIO_1_SE0	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 1 (SE0)
40	HPH_REF	-	Analog	Kopfhörer-Referenz
41	SOC_GPIO_2_SE0	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 2 (SE0)
42	HS_DET	-	Analog	Headset-Erkennung
43	SOC_GPIO_3_SE0	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 3 (SE0)
44	GND	-	Stromversorgung	Masse
45	SOC_GPIO_86_SE0	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 86 (SE0)
46	SOC_GPIO_98	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 98
47	SOC_GPIO_82_SE0	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 82 (SE0)
48	SOC_GPIO_99	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 99
49	SOC_GPIO_18	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 18
50	SOC_GPIO_100	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 100
51	SOC_GPIO_28	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 28
52	SOC_GPIO_101	-	1.8 V MPU	SoC GPIO 101
53	+3V3 (OUT)	-	Stromversorgung	3.3-V-Ausgang
54	+5V_USB (OUT)	-	Stromversorgung	5-V-Ausgang
55	+3V3 (OUT)	-	Stromversorgung	3.3-V-Ausgang
56	+5V_USB (OUT)	-	Stromversorgung	5-V-Ausgang
57	+1V8 (IN)	-	Stromversorgung	1.8-V-Versorgungsspannung eingehend
58	GND	-	Stromversorgung	Masse
59	VCOIN (IN)	-	Stromversorgung	Systemspannung (PMIC RTC)
60	VBAT (OUT)	-	Stromversorgung	Systemspannung (Reserviert für Systemdesign und zukünftige Funktionen)

Hinweis: Die SoC-GPIO-Leitungen auf dem JMISC sind für bestimmte Schnittstellen reserviert (keine Maker-GPIO). Die MCUs arbeiten mit 3.3-V-Logik, die MPUs mit 1.8-V-Logik und die Audio-/Mikrofonanschlüsse sind analog.

9.2 JMEDIA (B2) (JMEDIA1) – Pinbelegung

Pin	Bezeichnung	Bereich	Anmerkungen
1	GND	Stromversorgung	Masse
2	GND	Stromversorgung	Masse
3	MIPI_DSI0_CLK_M	MIPI D-PHY	DSI-Takt –
4	MIPI_DSI0_L1_P	MIPI D-PHY	DSI-Kanal 1 +
5	MIPI_DSI0_CLK_P	MIPI D-PHY	DSI-Takt +
6	MIPI_DSI0_L1_M	MIPI D-PHY	DSI-Kanal 1 –
7	GND	Stromversorgung	Masse
8	GND	Stromversorgung	Masse
9	MIPI_DSI0_L2_M	MIPI D-PHY	DSI-Kanal 2 –
10	MIPI_DSI0_L0_P	MIPI D-PHY	DSI-Kanal 0 +
11	MIPI_DSI0_L2_P	MIPI D-PHY	DSI-Kanal 2 +
12	MIPI_DSI0_L0_M	MIPI D-PHY	DSI-Kanal 0 –
13	GND	Stromversorgung	Masse
14	GND	Stromversorgung	Masse
15	MIPI_DSI0_L3_M	MIPI D-PHY	DSI-Kanal 3 –
16	SOC_CAM_MCLK0 (GPIO_20)	1.8 V MPU	Kamerahaupttakt 0
17	MIPI_DSI0_L3_P	MIPI D-PHY	DSI-Kanal 3 +
18	SOC_CAM_MCLK1 (GPIO_21)	1.8 V MPU	Kamerahaupttakt 1
19	GND	Stromversorgung	Masse
20	GND	Stromversorgung	Masse
21	CSI0_C0_LN0_M	MIPI D-PHY	CSI0 Daten0 –
22	CCI_I2C_SDA1 (GPIO_29)	1.8 V MPU	Kamerasteuerung I²C SDA1
23	CSI0_B0_LN0_P	MIPI D-PHY	CSI0 Daten0 +
24	CCI_I2C_SCL1 (GPIO_30)	1.8 V MPU	Kamerasteuerung I²C SCL1
25	GND	Stromversorgung	Masse
26	GND	Stromversorgung	Masse
27	CSI0_B1_LN1_M	MIPI D-PHY	CSI0-Daten1 –
28	CSI1_B2_LN3_P	MIPI D-PHY	CSI1-Daten3 +
29	CSI0_A1_LN1_P	MIPI D-PHY	CSI0-Daten1 +
30	CSI1_C2_LN3_M	MIPI D-PHY	CSI1-Daten3 –
31	GND	Stromversorgung	Masse
32	GND	Stromversorgung	Masse
33	CSI0_A0_CLK_M	MIPI D-PHY	CSI0-Takt –
34	CSI1_C1_LN2_P	MIPI D-PHY	CSI1-Daten2 +
35	CSI0_NC_CLK_P	MIPI D-PHY	CSI0-Takt +
36	CSI1_A2_LN2_M	MIPI D-PHY	CSI1-Daten2 –
37	GND	Stromversorgung	Masse
38	GND	Stromversorgung	Masse
39	CSI0_A2_LN2_M	MIPI D-PHY	CSI0-Daten2 –
40	CSI1_NC_CLK_P	MIPI D-PHY	CSI1-Takt +

Pin	Bezeichnung	Bereich	Anmerkungen
41	CSI0_C1_LN2_P	MIPI D-PHY	CSI0 Daten2 +
42	CSI1_A0_CLK_M	MIPI D-PHY	CSI1-Takt -
43	GND	Stromversorgung	Masse
44	GND	Stromversorgung	Masse
45	CSI0_C2_LN3_M	MIPI D-PHY	CSI0-Daten3 -
46	CSI1_A1_LN1_P	MIPI D-PHY	CSI1 data1 +
47	CSI0_B2_LN3_P	MIPI D-PHY	CSI0-Daten3 +
48	CSI1_B1_LN1_M	MIPI D-PHY	CSI1 data1 -
49	GND	Stromversorgung	Masse
50	GND	Stromversorgung	Masse
51	CCI_I2C_SCL0 (GPIO_23)	1.8 V MPU	Kamerasteuerung I ² C_SCL0
52	CSI1_B0_LN0_P	MIPI D-PHY	CSI1-Daten0 +
53	CCI_I2C_SDA0 (GPIO_22)	1.8 V MPU	Kamerasteuerung I ² C_SDA0
54	CSI1_C0_LN0_M	MIPI D-PHY	CSI1 data0 -
55	GND	Stromversorgung	Masse
56	GND	Stromversorgung	Masse
57	VIN (IN)	Stromversorgung	7-24 V Eingang
58	+3V3 (OUT)	Stromversorgung	3.3-V-Ausgang
59	VIN (IN)	Stromversorgung	7-24 V Eingang
60	+3V3 (OUT)	Stromversorgung	3.3-V-Ausgang

Hinweis: MIPI-CSI/DSI-Lanes sind D-PHY-Differenzpaare und keine universellen Ein-/Ausgänge. Steuerleitungen (CCI_I2C_*, SOC_CAM_MCLK*) gehören zur 1.8-V-MPU-Domäne. VIN am JMEDIA ist der reine 7-24-V-Eingang (nur Stromversorgung).

9.3 Qwiic (A4) (QWIIC1) – Pinbelegung

Pin	Bezeichnung	Netzwerk / Funktion	Domäne	Anmerkungen
1	GND	Masse	Stromversorgung	-
2	+3V3 OUT	PWR_3P3V	Stromversorgung	für Qwiic-Geräte
3	SDA	PD13 (I2C4_SDA)	3.3 V	-
4	SCL	PD12 (I2C4_SCL)	3.3 V	-

9.4 JSPI (A5) (JSPI1) – Pinbelegung

Pin	Bezeichnung	Netzwerk / Funktion	Domäne	Anmerkungen
1	MISO	PC2 (SPI2_MISO)	3.3 V	-
2	+5V	5V_USB_VBUS	Stromversorgung	Nur Stromversorgung
3	SCK	PD1 (SPI2_SCK)	3.3 V	-
4	MOSI	PC3 (SPI2_MOSI)	3.3 V	-
5	RESET	MCU_NRST	3.3 V	-
6	GND	Masse	Stromversorgung	-

9.5 JCTL (A1) (JCTL1) – Pinbelegung

Pin	Bezeichnung	Netz / Funktion	Domäne	Anmerkungen
1	GND	Masse	Stromversorgung	-
2	USB_BOOT	Bootstrap	1.8 V	-
3	VOL_DOWN	GPIO_36	1.8 V	GPIO
4	SOC_SE4_TX	Konsolen-UART-TX (SE4)	1.8 V	Systemkonsole
5	VOL_UP	GPIO_96	1.8 V	GPIO
6	SOC_SE4_RX	Konsolen-UART-Empfang (SE4)	1.8 V	Systemkonsole
7	GND	Masse	Stromversorgung	-
8	PMIC_RESET	PM4125-Reset	1.8 V	-
9	+1V8 OUT	VREG_L15A_1P8V	Stromversorgung	1.8-V-Referenzspannung
10	VBUS_DISABLE	VBUS-Stromschalter deaktivieren	1.8 V	Steuert den VBUS-Pfad

9.6 JDIGITAL (A2) (JDIGITAL1) – Pinbelegung

Pin	Bezeichnung	MCU-Pin	Funktionen	Bereich	Anmerkungen
1	D0	PB7	- USART1_RX - TIM4_CH2	3.3 V	UART
2	D1	PB6	- USART1_TX - TIM4_CH1	3.3 V	UART
3	D2	PB3	- TIM2_CH2	3.3 V	-
4	~D3	PB0	- OPAMP2_OUTPUT - TIM3_CH3	3.3 V	PWM / nicht 5-V-fest
5	D4	PA12	- FDCAN1_TX - TIM1_ETR	3.3 V	-
6	~D5	PA11	- FDCAN1_RX - TIM1_CH4	3.3 V	PWM
7	~D6	PB1	- TIM3_CH4	3.3 V	PWM
8	D7	PB2	- TIM8_CH4N	3.3 V	-
9	D8	PB4	- TIM3_CH1	3.3 V	-
10	~D9	PB8	- TIM4_CH3	3.3 V	PWM
11	~D10	PB9	- SPI2_SS (Chip Select) - TIM4_CH4	3.3 V	PWM
12	~D11	PB15	- SPI2_MOSI - TIM1_CH3N	3.3 V	PWM
13	D12	PB14	- SPI2_MISO - TIM1_CH2N	3.3 V	-
14	D13	PB13	- SPI2_SCK - TIM1_CH1N	3.3 V	-
15	GND	-	- Masse	Stromversorgung	-
16	AREF	-	- Analoge Referenz	-	Analoger Referenz-Pin (kein GPIO)
17	D20	PB11	- I2C2_SDA - TIM2_CH4	3.3 V	-
18	D21	PB10	- I2C2_SCL - TIM2_CH3	3.3 V	-

Alle JDIGITAL-Pins arbeiten mit 3,3-V-Logik. Die meisten Pins verwenden eine I/O-Struktur vom Typ FT und sind als Eingänge 5-V-tolerant. D3 (PB0) verwendet eine I/O-Struktur vom Typ TT und ist nur 3,6-V-tolerant;

lege in keinem Modus 5 V an diesen Pin an.

9.7 JANALOG (A3) (JANALOG1) – Pinbelegung

Pin	Bezeichnung	Netz / MCU-Pin	Funktionen	Bereich	Anmerkungen
1	BOOT	MCU_BOOT0	- Boot strap	3.3 V	-
2	IOREF	PWR_3P3V	- I/O-Spannungsreferenz (spiegelt die 3.3-V-Schiene)	Stromversorgung	Nur Ausgang; keine Rückspeisung
3	RESET	MCU_NRST	- MCU reset	3.3 V	-
4	+3V3 OUT	PWR_3P3V	- 3.3-V-Versorgung	Stromversorgung	-
5	+5V USB VBUS	5V_USB_VBUS	- 5-V-Versorgung (Durchleitung)	Stromversorgung	Nur Stromversorgung
6	GND	GND	- Masse	Stromversorgung	-
7	GND	GND	- Masse	Stromversorgung	-
8	VIN IN	DC_IN	- 7-24 V Eingang	Stromversorgung	Nur Stromversorgung
9	A0 / D14	PA4	- ADC-Eingang - DAC0 - TIM2_CH1	Analog / 3.3 V	Direkter ADC / nicht 5-V-fest
10	A1 / D15	PA5	- ADC-Eingang - DAC1 - TIM3_CH1	Analog / 3.3 V	Direkter ADC / nicht 5-V-fest
11	A2 / D16	PA6	- ADC-Eingang - OPAMP2_INPUT+ - TIM3_CH2	Analog / 3.3 V	
12	A3 / D17	PA7	- ADC-Eingang - OPAMP2_INPUT-	Analog / 3.3 V	-
13	A4 / D18	PC1	- ADC-Eingang - I2C3_SDA - LPTIM1_CH1	Analog / 3.3 V	-
14	A5 / D19	PC0	- ADC-Eingang - I2C3_SCL - LPTIM1_IN1	Analog / 3.3 V	-

A0 (PA4) und A1 (PA5) sind direkte ADC-Eingänge des STM32U585, die auf VREF+ bezogen sind. Sie sind nicht 5-V-tolerant. Der gültige Eingangsbereich ist 0 - VREF+ ($\approx 3,3$ V). Der absolute Höchstwert am Pin beträgt $V_{DD} + 0,3$ V, also ungefähr 3,6 V. Oberhalb dieses Pegels beginnen die internen Schutzdioden der MCU zu leiten. Der Steckverbinder bietet außerdem die Stromversorgungs-Pins 5V_SYS und PWR_3P3V, die ausschließlich für die Stromversorgung vorgesehen sind. Lege keine 5 V an **A0** oder **A1** an. IOREF ist an die 3,3-V-Versorgungsspannung angeschlossen (PWR_3P3V) und dient als Referenz/Ausgang für Shields. Es darf nicht verwendet werden, um Strom zurück in das Board zu leiten.

10 Hochgeschwindigkeits-Peripheriegeräte

- **USB-C:** USB 3.1 mit Rollentausch-Fähigkeit. DisplayPort Alt-Mode über ANX7625 DSI-zu-DP-Brücke. Die SuperSpeed-Differenzpaare des Steckers werden gemeinsam von DP Alt-Mode und USB 3.1-Daten genutzt. Wenn DisplayPort Alt-Mode aktiv ist, wird die USB-Datenübertragungsrate reduziert.
- **Kamera:** Vierkanaliger **MIPI-CSI-2** (1.8 V I/O).
- **Display:** Vierkanaliges **MIPI-DSI** über **ANX7625** für DisplayPort Alt-Mode über USB-C. Im Single-Board-Computer-Modus (SBC) unterstützt das Board Full-HD-Displays (1920 × 1080p) mit einer optimalen Auflösung von 1280 × 720p.
- **Drahtlos:** Dualband-WLAN® (802.11a/b/g/n/ac) und Bluetooth® 5.1 auf einem gemeinsamen Modul.

11 Bedienung des Geräts

11.1 Erste Schritte – Arduino App Lab

Arduino App Lab [1] ist ein einheitlicher Editor, der Projekte auf beiden Prozessoren des Boards erstellt und ausführt. Ein Projekt ist eine **App**, die Folgendes enthalten kann:

- Ein Python®-Programm, das auf dem Linux-System (Qualcomm Dragonwing™ QRB2210) läuft
- Ein Arduino-Sketch, der auf dem Mikrocontroller (MCU) (STM32U585) läuft
- Optionale **Brick** (vorkonfigurierte Dienste wie KI-Modelle, Webserver oder API-Clients), die zusammen mit der App bereitgestellt werden (laufen ebenfalls auf dem Linux-System).

Apps nutzen **Bridge**, um Daten zwischen der Linux-Seite und dem Mikrocontroller auszutauschen.

Arduino App Lab kann auf deinem PC installiert oder direkt auf dem UNO Q im Single-Board-Computer-Modus ausgeführt werden. Für diese Konfiguration wird die 4-GB-LPDDR4X-Variante des UNO Q empfohlen, um ausreichend Speicher für einen stabilen Betrieb und ressourcenintensive Anwendungen zu gewährleisten. So nutzt du das Board:

- Starte ein gebrauchsfertiges Beispiel im Arduino App Lab, passe es an deine Bedürfnisse an oder erstelle mit dem integrierten Editor eine neue Anwendung von Grund auf.
- Klicke im Arduino App Lab auf die Schaltfläche **Run** [1].
- Der Editor erstellt die Linux-Komponente, brennt den MCU-Sketch auf den Chip, stellt den ausgewählten Brick bereit und startet alles auf dem Board.
- Die Protokolle beider Seiten sind im Editor verfügbar, und du kannst sie durchgehen, ohne das Arduino App Lab zu verlassen.

Für die Ersteinrichtung:

1. Installiere das Arduino App Lab [1], starte es und schließe das UNO Q an. Verwende für den PC-Host-Modus ein **USB-C-Datenkabel** oder versorge das Board im SBC-Modus einfach mit Strom.
2. Das Board sucht automatisch nach Updates. Falls Updates verfügbar sind, wirst du aufgefordert, diese zu installieren. Sobald das Update abgeschlossen ist, muss das Arduino App Lab[1] neu gestartet werden.
3. Bei der Ersteinrichtung wirst du aufgefordert, einen Namen und ein Passwort für das Gerät anzugeben. Außerdem musst du die WLAN®-Zugangsdaten für dein lokales Netzwerk eingeben.
4. Um das Board zu testen, ruf eine Beispiel-App im Bereich **"Examples"** des Arduino App Lab[1] auf und klicke oben rechts auf die Schaltfläche "Run". Du kannst auch im Bereich **Apps** eine neue App erstellen.
5. Der Status der App kann auf der Registerkarte „Konsole“ der App überwacht werden.

Hinweis: Im **PC-Host-Modus** ist für die Ersteinrichtung eine *USB-Datenverbindung* erforderlich. Danach kannst du das **Netzwerkziel** über LAN (SSH) nutzen. Im **Single-Board-Computer-Modus (SBC)** ist für die Einrichtung keine USB-Datenverbindung erforderlich; schalte einfach die Platine ein und nutze das **Netzwerkziel**, sobald sie sich mit deinem Netzwerk verbunden hat. Für Peripheriegeräte im SBC-Modus

(Tastatur, Maus, USB-Kamera, Mikrofon) verwende einen USB-C-Dongle mit externer Stromversorgung. Wenn der DisplayPort-Alt-Modus aktiv ist, wird die USB-Datenübertragungsrate reduziert.

Verwende eine USB-C-Stromquelle mit 5 V / 3 A und ein entsprechendes Kabel oder versorge das Gerät über die 5-V- oder VIN-Pins, wie im Abschnitt Eingangsspannung beschrieben (USB-C nur 5 V / VIN 7-24 V).

Der erste Start dauert in der Regel 20 bis 30 Sekunden, während Linux hochfährt. Warte, bis die Boot-LED-Sequenz oder die LED-Matrix-Animation beendet ist, bevor du mit dem Board interagierst.

11.2 Bricks

Bricks sind modulare Bausteine im Arduino App Lab, mit denen du deine Anwendung erweitern kannst, ohne die gesamte zugrunde liegende Infrastruktur selbst programmieren zu müssen. Jeder Brick enthält vorgefertigte Funktionen wie Sensorintegration, KI-Modelle, Datenbanken oder Benutzeroberflächen, die du einfach in ein Projekt einbinden kannst. Typische Bricks bieten:

- Ein KI-Modell (z. B. Objektklassifizierung oder Keyword-Spotting)
- Eine Web-Benutzeroberfläche oder ein REST-API-Dienst
- Eine Anbindung an eine externe Datenquelle

Bricks werden zusammen mit der App bereitgestellt und von der Linux-Seite verwaltet. Der typische Arbeitsablauf sieht folgendermaßen aus:

1. Erstelle eine **App** im Arduino App Lab.
2. Wähle einen beliebigen **Brick** aus, den die App verwenden soll.
3. Füge deinen Python®-Code (Linux) und/oder deinen Arduino-Sketch (MCU) hinzu.
4. Der Brick muss in deine `main.py`-Datei importiert und gemäß der API des Bricks initialisiert werden.
5. Klicke auf **Run**, um die Linux-Anwendung bereitzustellen, die MCU zu flashen und deine App zusammen mit den dazugehörigen Bricks zu starten.
6. Das **Bridge**-Tool übernimmt den Datenaustausch zwischen Linux und der MCU.

Solange eine App gebunden ist und läuft, können die USB-Schnittstellen vom System belegt sein. Nutze das Arduino App Lab [1] zum Bereitstellen und Überwachen. Um externe CLI-Tools über USB zu verwenden, beende die App oder trenne das Board.

11.3 Hello World

Lass uns das UNO Q mit dem klassischen Arduino Hello World Beispiel programmieren - dem „*Blink LED*“-Example. So kannst du überprüfen, ob das Board korrekt mit dem Arduino App Lab verbunden ist.

1. Öffne das Arduino App Lab. Es startet im Bereich **Examples**.
2. Wenn du nicht im Ein-Platinen-Computer-Modus arbeitest, **schließe das UNO Q** an deinen PC an.
3. Öffne *Blink LED*. Schau dir die Beispielhinweise an, um zu sehen, wie die App funktioniert.
4. Klicke auf **Run** und warte, bis der Upload abgeschlossen ist.

Du solltest nun sehen, wie der rote Kanal der integrierten RGB-LED abwechselnd für jeweils eine Sekunde leuchtet und dann für eine Sekunde erlischt. Die LED wird vom Mikrocontroller STM32U585 über den Arduino-Sketch angesteuert.

Du kannst mit einer leeren App beginnen oder ein vorhandenes Beispiel verwenden. Bei der ersten Verwendung empfiehlt sich das „Hello World“-Beispiel, um die grundlegende Struktur kennenzulernen.

Jedes Mal, wenn du eine App startest, wird der Mikrocontroller-Sketch kompiliert und die Python®-Anwendung auf dem Linux-System gestartet. Je nach Komplexität kann dies bis zu einer Minute dauern.

11.4 So überprüfen, ob die App ausgeführt wird

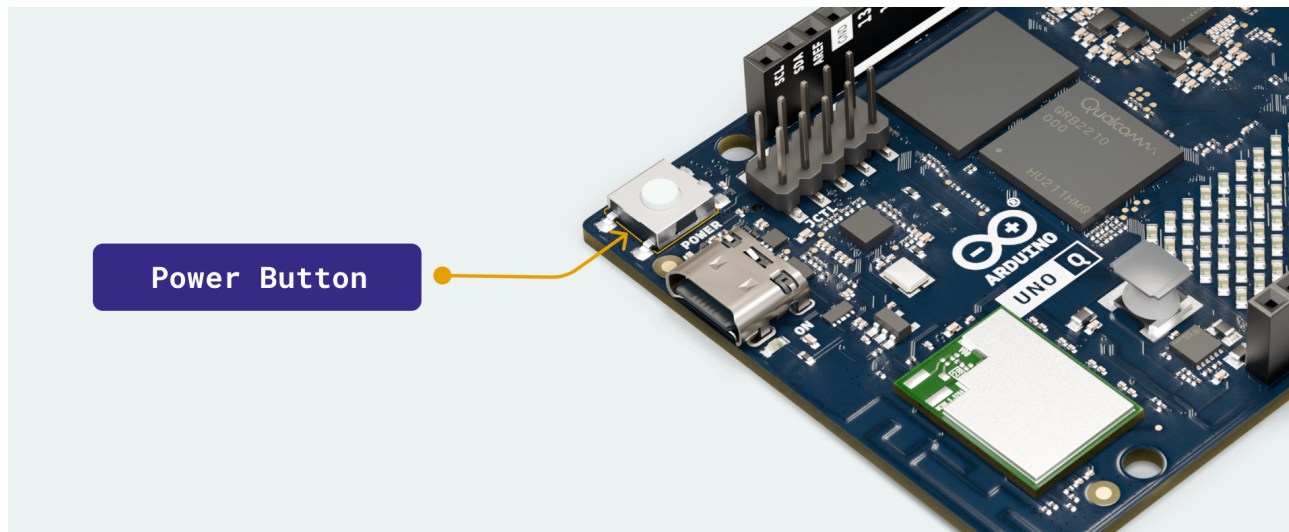
Öffne die **Konsole** in App Lab. Es gibt drei Registerkarten:

- **Start-up:** Protokolle der Startsequenz, einschließlich MCU-Kompilierung und Linux-Bereitstellung
- **Main (Python®):** Ausgabe der Python®-Anwendung (`print()`)
- **Sketch (Mikrocontroller):** Serielle Ausgabe aus dem Arduino-Sketch (`Serial.println()`)

Eine App kann zwar erfolgreich gestartet werden, aber dennoch Laufzeitprobleme aufweisen. Überprüfe das Python®-Protokoll auf Fehler. Tritt ein Fehler bei der Programmkompilierung auf, wird der Start abgebrochen.

11.5 Ein-/Aus-Taste

Das UNO Q verfügt über einen **Power-Taster (JBTN1)**, mit dem du das Board neu starten kannst.



UNO Q Ein-/Aus-Taste

Langes Drücken (≥ 5 s): Startet das Linux-System (MPU) neu. Die Stromversorgung dem Board wird dabei nicht unterbrochen.

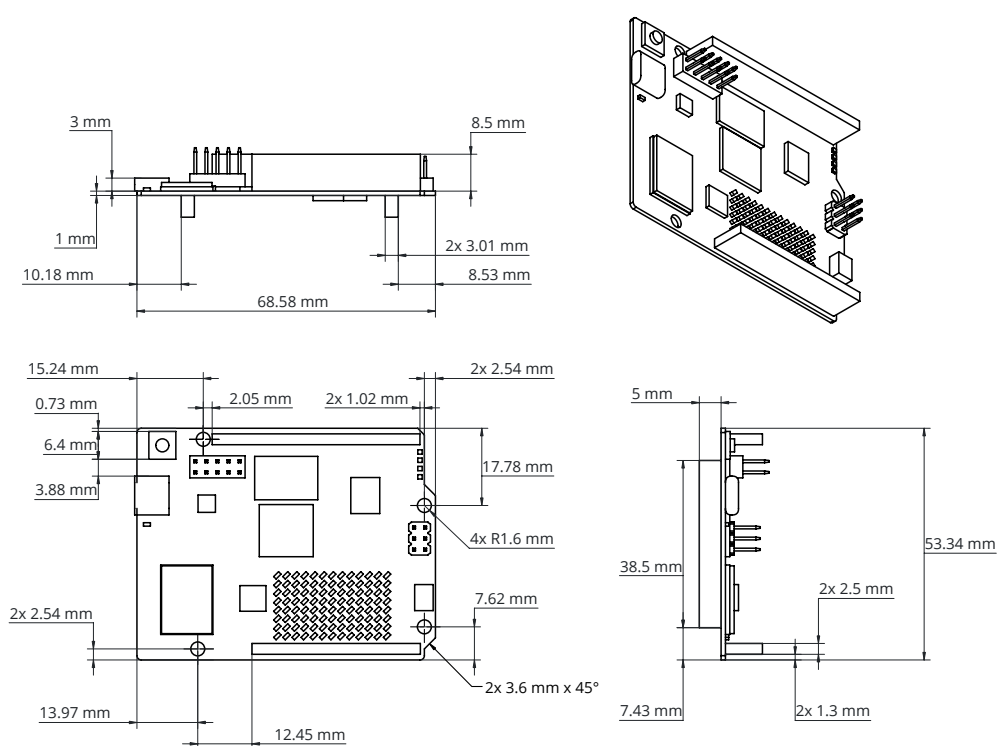
Hinweis: Ein Neustart durch langes Drücken startet die Linux-Umgebung neu und kann laufende Apps unterbrechen. Speichere deine Arbeit und Sorge gegebenenfalls für ein sicheres Beenden externer Prozesse. Das Board startet automatisch, sobald es mit Strom versorgt wird. Für den normalen Start ist das Drücken der Taste nicht erforderlich.

11.6 Online-Ressourcen

Entdecke Community-Projekte auf dem Project Hub [3], stöbere in der Bibliotheksreferenz [4] nach unterstützten APIs und finde Zubehör wie Qwiic-Sensoren, UNO-Shields und Carrier im Arduino Store [5].

12 Technische Informationen

Das Board misst 68,58 mm × 53,34 mm, wobei die Teile auf der Unterseite weniger als 2 mm hoch sind, damit das Board auf dem Carrier gestapelt werden kann. Die Umrisse und das Lochmuster entsprechen dem UNO-Formfaktor und sind mit diesem kompatibel.



Safety Information

Maintain a minimum separation distance of 20 cm between the device and the user during operation. The 5 GHz frequency band may be subject to operational restrictions depending on the country of use.

Bulgarian (BG):

Поддържайте минимално разстояние от 20 cm между устройството и потребителя по време на работа. Честотната лента 5 GHz може да бъде обект на ограничения за използване в зависимост от държавата.

Croatian (HR):

Održavajte minimalnu udaljenost od 20 cm između uređaja i korisnika tijekom rada. Frekvencijski pojas od 5 GHz može podlijegati ograničenjima ovisno o zemlji uporabe.

Czech (CS):

Udržujte minimální vzdálenost 20 cm mezi zařízením a uživatelem během provozu. Pásmo 5 GHz může podléhat provozním omezením v závislosti na zemi použití.

Danish (DA):

Oprethold en minimumsafstand på 20 cm mellem enheden og brugeren under drift. 5 GHz-båndet kan være underlagt driftsmæssige begrænsninger afhængigt af brugslandet.

Dutch (NL):

Houd tijdens gebruik een minimale afstand van 20 cm tussen het apparaat en de gebruiker aan. De 5GHz-band kan onderhevig zijn aan gebruiksbeperkingen afhankelijk van het land van gebruik.

Estonian (ET):

Hoidke seadme ja kasutaja vahel töötamise ajal vähemalt 20 cm kaugust. 5 GHz sagedusribale võivad kehtida kasutuspiirangud sõltuvalt kasutusriigist.

Finnish (FI):

Pidä laitteen ja käyttäjän välillä vähintään 20 cm etäisyys käytön aikana. 5 GHz taajuuskaistaan voi kohdistua käyttörajoituksia käyttömaasta riippuen.

French (FR):

Maintenez une distance minimale de 20 cm entre l'appareil et l'utilisateur pendant son fonctionnement. La bande de fréquences 5 GHz peut être soumise à des restrictions d'utilisation selon le pays.

German (DE):

Halten Sie während des Betriebs einen Mindestabstand von 20 cm zwischen dem Gerät und dem Benutzer ein. Das 5-GHz-Frequenzband kann je nach Einsatzland Nutzungsbeschränkungen unterliegen.

Greek (EL):

Διατηρείτε ελάχιστη απόσταση 20 cm μεταξύ της συσκευής και του χρήστη κατά τη λειτουργία. Η ζώνη συχνοτήτων 5 GHz ενδέχεται να υπόκειται σε περιορισμούς ανάλογα με τη χώρα χρήσης.

Hungarian (HU):

A működés során tartson legalább 20 cm távolságot az eszköz és a felhasználó között. Az 5 GHz-es frekvenciasáv használata országtól függően korlátozott lehet.

Irish (GA):

Coinnigh ar a laghad fad 20 cm idir an gléas agus an t-úsáideoir le linn úsáide. D'fhéadfadh srianta oibriúcháin a bheith ar an mbanda minicíochta 5 GHz ag brath ar an tír.

Italian (IT):

Mantenere una distanza minima di 20 cm tra il dispositivo e l'utente durante il funzionamento. La banda di frequenza a 5 GHz può essere soggetta a restrizioni operative a seconda del paese.

Latvian (LV):

Uzturiet vismaz 20 cm attālumu starp ierīci un lietotāju darbības laikā. 5 GHz frekvenču joslai var būt izmantošanas ierobežojumi atkarībā no valsts.

Lithuanian (LT):

Naudojimo metu laikykite bent 20 cm atstumą tarp įrenginio ir naudotojo. 5 GHz dažnių juostai gali būti taikomi naudojimo apribojimai priklausomai nuo šalies.

Maltese (MT):

Żomm distanza minima ta' 20 cm bejn l-apparat u l-utent waqt l-użu. Il-medda tal-frekwenza 5 GHz tista' tkun sogġetta għal restrizzjonijiet skont il-pajjiż.

Polish (PL):

Podczas pracy zachowaj minimalną odległość 20 cm między urządzeniem a użytkownikiem. Pasma częstotliwości 5 GHz może podlegać ograniczeniom w zależności od kraju użytkowania.

Portuguese (PT):

Mantenha uma distância mínima de 20 cm entre o dispositivo e o utilizador durante o funcionamento. A banda de frequência de 5 GHz pode estar sujeita a restrições de utilização dependendo do país.

Romanian (RO):

Mențineți o distanță minimă de 20 cm între dispozitiv și utilizator în timpul funcționării. Banda de frecvență de 5 GHz poate face obiectul unor restricții în funcție de țara de utilizare.

Slovak (SK):

Počas prevádzky dodržiavajte minimálnu vzdialenosť 20 cm medzi zariadením a používateľom. Pásmo 5 GHz môže podliehať prevádzkovým obmedzeniam v závislosti od krajiny použitia.

Slovenian (SL):

Med delovanjem ohranjanje najmanj 20 cm razdalje med napravo in uporabnikom. Pas frekvenc 5 GHz je lahko omejen glede na državo uporabe.

Spanish (ES):

Mantenga una distancia mínima de 20 cm entre el dispositivo y el usuario durante su funcionamiento. La banda de frecuencia de 5 GHz puede estar sujeta a restricciones según el país de uso.

Swedish (SV):

Håll ett minsta avstånd på 20 cm mellan enheten och användaren under drift. 5 GHz-bandet kan vara föremål för driftbegränsningar beroende på användningsland.

Certifications

13 RED / UK

CE	Europe - EU Declaration of Conformity
Česky [Czech]	Arduino S.r.l tímto prohlašuje, že tento Radiolan je ve shodě se základními požadavky a dalšími příslušnými ustanoveními směrnice 2014/53/EU.
Dansk [Danish]	Undertegnede Arduino S.r.l erklærer herved, at følgende udstyr Radiolan overholder de væsentlige krav og øvrige relevante krav i direktiv 2014/53/EU.
Deutsch [German]	Hiermit erkläre Arduino S.r.l dass sich das Gerät Radiolan in Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen und den übrigen einschlägigen Bestimmungen der Richtlinie 2014/53/EU befindet.
Eesti [Estonian]	Käesolevaga kinnitab Arduino S.r.l seadme Radiolan vastavust direktiivi 2014/53/EU põhinõuetele ja nimetatud direktiivist tulenevatele teistele asjakohastele sätetele.
English	Hereby, Arduino S.r.l, declares that this Radiolan is in compliance with the essential requirements and other relevant provisions of Directive 2014/53/EU.
Español [Spanish]	Por medio de la presente Arduino S.r.l declara que el Radiolan cumple con los requisitos esenciales y cualesquiera otras disposiciones aplicables o exigibles de la Directiva 2014/53/EU.
Ελληνική [Greek]	ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ Arduino S.r.l ΔΗΛΩΝΕΙ ΟΤΙ Radiolan ΣΥΜΜΟΡΦΩΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΟΥΣΙΩΔΕΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΛΟΙΠΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2014/53/EU.
Français [French]	Par la présente Arduino S.r.l déclare que l'appareil Radiolan est conforme aux exigences essentielles et aux autres dispositions pertinentes de la directive 2014/53/EU.
Íslenska [Icelandic]	Hér með lýsir Arduino S.r.l yfir því að Radiolan er í samræmi við grunnkröfur og aðrar kröfur, sem gerðar eru í tilskipun 2014/53/EU.
Italiano [Italian]	Con la presente Arduino S.r.l dichiara che questo Radiolan è conforme ai requisiti essenziali ed alle altre disposizioni pertinenti stabilite dalla direttiva 2014/53/EU.
Latviski [Latvian]	Ar šo Arduino S.r.l deklarē, ka Radiolan atbilst Direktīvas 2014/53/EU būtiskajām prasībām un citiem ar to saistītajiem noteikumiem.
Lietuvių [Lithuanian]	Šiuo Arduino S.r.l deklaruojama, kad šis Radiolan atitinka esminius reikalavimus ir kitas 2014/53/EU Direktyvos nuostatas.
Malti [Maltese]	Hawnhekk, Arduino S.r.l, jiddikjara li dan Radiolan jikkonforma mal-ħtiġijiet essenzjali u ma provvedimenti oħrajn rilevanti li hemm fid-Dirrettiva 2014/53/EU.
Magyar [Hungarian]	Alulírott, Arduino S.r.l nyilatkozom, hogy a Radiolan megfelel a vonatkozó alapvető követelményeknek és az 2014/53/EU irányelv egyéb előírásainak.
Nederlands [Dutch]	Hierbij verklaart Arduino S.r.l dat het toestel Radiolan in overeenstemming is met de essentiële eisen en de andere relevante bepalingen van richtlijn 2014/53/EU.
Norsk [Norwegian]	Arduino S.r.l erklærer herved at utstyret Radiolan er i samsvar med de grunnleggende krav og øvrige relevante krav i direktiv 2014/53/EU.

CE	Europe – EU Declaration of Conformity
Polski [Polish]	Niniejszym Arduino S.r.l oświadcza, że Radiolan jest zgodny z zasadniczymi wymogami oraz pozostałymi stosownymi postanowieniami Dyrektywy 2014/53/EU.
Português [Portuguese]	Arduino S.r.l declara que este Radiolan está conforme com os requisitos essenciais e outras disposições da Directiva 2014/53/EU.
Slovensko [Slovenian]	Arduino S.r.l izjavlja, da je ta Radiolan v skladu z bistvenimi zahtevami in ostalimi relevantnimi določili direktive 2014/53/EU.
Slovensky [Slovak]	Arduino S.r.l týmto vyhlasuje, že Radiolan spĺňa základné požiadavky a všetky príslušné ustanovenia Smernice 2014/53/EU.
Suomi [Finnish]	Arduino S.r.l vakuuttaa täten että Radiolan tyyppinen laite on direktiivin 2014/53/EU oleellisten vaatimusten ja sitä koskevien direktiivin muiden ehtojen mukainen.
Svenska [Swedish]	Härmed intygar Arduino S.r.l att denna Radiolan står i överensstämmelse med de väsentliga egenskapskrav och övriga relevanta bestämmelser som framgår av direktiv 2014/53/EU.
UK	United Kingdom – UKCA Declaration of Conformity
United Kingdom	Hereby, Arduino S.r.l, declares that this Radiolan is in compliance with the essential requirements and other relevant provisions of The Radio Equipment Regulations 2017.

The full text of the EU and UKCA declaration of conformity is available at the following internet address:
<https://docs.arduino.cc/certifications/>

Requirements in:

Belgium (BE), Bulgaria (BG), Czech Republic (CZ), Denmark (DK), Germany (DE), Iceland (IS), Estonia (EE), Ireland (IE), Greece (EL), Spain (ES), France (FR), Croatia (HR), Italy (IT), Cyprus (CY), Latvia (LV), Liechtenstein (LI), Lithuania (LT), Luxembourg (LU), Hungary (HU), Malta (MT), Netherlands (NL), Norway (NO), Austria (AT), Poland (PL), Portugal (PT), Romania (RO), Slovenia (SI), Slovakia (SK), Turkey (TR), Finland (FI), Sweden (SE), Switzerland (CH), United Kingdom (North Ireland) (UK(NI)), and United Kingdom (UK).

Operations in the 5.15-5.35GHz band are restricted to indoor usage only.

This equipment should be installed and operated with a minimum distance of 20 cm between the radiator and your body.

13.1 Radio Equipment Information (RED Compliance)

This radio equipment operates in the following frequency bands and with the maximum radio-frequency power indicated below:

Radio Technology	Frequency Band	Maximum Transmit Power
Bluetooth® Classic	2400 - 2483.5 MHz	15 dBm
Bluetooth® Low Energy (BLE)	2400 - 2483.5 MHz	9.5 dBm
Wi-Fi® 2.4 GHz	2400 - 2483.5 MHz	19.59 dBm EIRP
Wi-Fi® 5 GHz	5150 - 5350 MHz	17.64 dBm EIRP
Wi-Fi® 5 GHz	5470 - 5725 MHz	17.64 dBm EIRP
Wi-Fi® 5 GHz	5725 - 5850 MHz	17.64 dBm EIRP
Wi-Fi® 5 GHz (upper band)	5725 - 5875 MHz	13.95 dBm EIRP

In accordance with EU regulations (RED Directive 2014/53/EU), the use of the 5 GHz band may be subject to national restrictions.

14 FCC

FCC compliance information

This device complies with Part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) this device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

This product does not contain any user serviceable components. Any unauthorized product changes or modifications will invalidate warranty and all applicable regulatory certifications and approvals, including authority to operate this device.

FCC Part 15 Digital Emissions Compliance

We Arduino S.r.l. - Via Andrea Appiani 25, 20900 Monza (Italy), declare under our sole responsibility that the product Arduino® UNO Q complies with Part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) this device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

WARNING: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to Part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates and radiates radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications.

However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from the one the receiver is connected to.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

The user may find the following booklet prepared by the Federal Communications Commission helpful:

The Interference Handbook

This booklet is available from the U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402. Stock No.004-000-00345-4.

Radiation Exposure Statement

1. This transmitter must not be co-located or operating in conjunction with any other antenna or transmitter.
2. This equipment complies with RF radiation exposure limits set forth for an uncontrolled environment. This equipment should be installed and operated, keeping the radiator at least 20cm or more away from the person's body.

15 ISED

English:

This device complies with Canadian RSS-247. This device complies with Industry Canada license-exempt RSS standard(s). Operation is subject to the following two conditions: (1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

French :

Ce dispositif est conforme à la norme CNR-247 d'Industrie Canada applicable aux appareils radio exempts de licence. Son fonctionnement est sujet aux deux conditions suivantes: (1) le dispositif ne doit pas produire de brouillage préjudiciable, et (2) ce dispositif doit accepter tout brouillage reçu, y compris un brouillage susceptible de provoquer un fonctionnement indésirable.

English:

Caution:

(i) the device for operation in the band 5150-5250 MHz is only for indoor use to reduce the potential for harmful interference to co-channel mobile satellite systems;

French :

Avertissement :

Le guide d'utilisation des dispositifs pour réseaux locaux doit inclure des instructions précises sur les restrictions susmentionnées, notamment :

(i) les dispositifs fonctionnant dans la bande 5 150-5 250 MHz sont réservés uniquement pour une utilisation à l'intérieur afin de réduire les risques de brouillage préjudiciable aux systèmes de satellites mobiles utilisant les mêmes canaux ;

Note: For 5GHz and/or when co-located with 5 GHz transmitters, the following statements should be provided in the user information.

Radiation Exposure Statement

1. To comply with the Canadian RF exposure compliance requirements, this device and its antenna must not be co-located or operating in conjunction with any other antenna or transmitter.
2. To comply with RSS 102 RF exposure compliance requirements, this equipment should be installed and operated, keeping the radiator at least 20cm or more away from the person's body.

Déclaration d'exposition aux rayonnements

1. Pour se conformer aux exigences de conformité RF canadienne l'exposition, cet appareil et son antenne ne doivent pas être co-localisés ou fonctionnant en conjonction avec une autre antenne ou transmetteur.
2. Pour se conformer aux exigences de conformité CNR 102 RF exposition, cet équipement doit être installé et utilisé en maintenant le radiateur à au moins 20cm ou plus du corps de la personne.

16 MIC

5GHz band (W52, W53) Indoor use only. (Except for communication with high power radios and in vehicles at W52).

日本語:

5GHz 帯(W52, W53)は屋内利用に限る (高出力システムと通信する場合を除く)

17 SRRC

本设备包含型号核准代码为: ABX00162 - CMIIT ID: 26J996Q0A162 (M) / ABX00173 - CMIIT ID: 26J996Q0A173 (M) 的无线电发射模块。

18 ICASA

English:

5GHz band (W52,W53): Indoor use only (except communicate to high power radio)

19 NCC

根據 NCC LP0002 低功率射頻器材技術規範_章節3.8.2: **警語:** 取得審驗證明之低功率射頻器材, 非經核准, 公司、商號或使用者均不得擅自變更頻率、加大功率或變更原設計之特性及功能。低功率射頻器材之使用不得影響飛航安全及干擾合法通信; 經發現有干擾現象時, 應立即停用, 並改善至無干擾時方得繼續使用。前述合法通信, 指依電信管理法規定作業之無線電通信。低功率射頻器材須忍受合法通信或工業、科學及醫療用電波輻射性電機設備之干擾。應避免影響附近雷達系統之操作。

20 ANATEL

Este equipamento não tem direito à proteção contra interferência prejudicial e não pode causar interferência em sistemas devidamente autorizados. Para maiores informações, consulte o site da ANATEL – <http://www.anatel.gov.br>

Company Information

Company name	Arduino S.r.l.
Address	Via Andrea Appiani 25, 20900 Monza (Italy)

Documentation Reference

No.	Reference	Link
1	Arduino App Lab	https://www.arduino.cc/en/software
2	Arduino UNO Q Documentation	https://docs.arduino.cc/hardware/uno-q/
3	Project Hub	https://projecthub.arduino.cc/
4	Library Reference	https://docs.arduino.cc/libraries/
5	Arduino Store	https://store.arduino.cc/



Document Revision History

Date	Revision	Changes
26/06/2026	14	Add German language
17/06/2026	13	Display output clarification (USB-C and JMEDIA)
16/06/2026	12	Add Safety information section
01/06/2026	11	Add RED radio equipment frequency band and transmit power information
16/05/2026	10	Pin description section updates
15/04/2026	9	Add Anatel Certification
24/03/2026	8	General documentation update
17/02/2026	7	Update VBAT description in Power Supply section and JMISC pin 60 note
10/02/2026	6	Translations in Chinese, Portuguese, Certification updates
19/01/2026	5	Add video output resolution specifications
24/11/2025	4	Add hardware acceleration section (graphics APIs, video codecs, OpenCL support); remove incorrect default password reference
05/11/2025	3	Update operational information
27/10/2025	2	Mechanical drawing and RTC power detail update
01/10/2025	1	First release