

ESP32-S3 Art-Net DMX Node

Version: v1.79

Plattform: ESP32-S3

Protokoll: Art-Net 4 / DMX512 / RDM

Autor: Ulrich Radig – radig.online · ulrichradig.de · dmx-freak.de

Sprache: Deutsch

Inhaltsverzeichnis

1. [Überblick](#)
 2. [Funktionsumfang](#)
 3. [Hardware](#)
 - [Benötigte Komponenten](#)
 - [Schaltungsaufbau](#)
 - [Pinbelegung](#)
 4. [Firmware](#)
 - [Flashen über die Webseite](#)
 5. [Inbetriebnahme](#)
 - [Erststart und WLAN-Konfiguration](#)
 - [Webinterface](#)
 - [Art-Net Empfang](#)
 - [RDM](#)
 6. [Protokolle](#)
 - [Art-Net](#)
 - [DMX512](#)
 - [RDM \(Remote Device Management\)](#)
 7. [Kompatibilität](#)
 8. [Bekannte Einschränkungen](#)
 9. [Versionshistorie](#)
 10. [Lizenz](#)
-

Überblick

Der **ESP32-S3 Art-Net DMX Node** ist ein WLAN-basierter Protokollkonverter, der Art-Net-4-Datenpakete aus dem lokalen Netzwerk empfängt und als standardkonformes DMX512-Signal auf einer RS485-Leitung ausgibt. Zusätzlich wird RDM (Remote Device Management) unterstützt, sodass bidirektionale Kommunikation mit RDM-fähigen Leuchtmitteln und Controllern möglich ist.

Das Projekt richtet sich an Maker, Bühnen- und Veranstaltungstechniker sowie alle, die professionelle DMX-Steuerung über vorhandene WLAN-Infrastruktur realisieren möchten – ohne teure kommerzielle Art-Net-Nodes.

Kernmerkmale auf einen Blick:

- 1 DMX-Universum (512 Kanäle)
- Art-Net 4 Empfang über WLAN (IEEE 802.11 b/g/n)
- DMX512-Ausgabe über RS485-Treiber (z. B. MAX485)
- RDM-Unterstützung inkl. Discovery
- Konfiguration per Browser-Webinterface
- Kompatibel mit DMX Workshop, QLC+, MA2 onPC, und weiteren Art-Net-Controllern
- Firmware v1.79 – stabil und produktionsreif

Funktionsumfang

Funktion	Status
Art-Net 4 Empfang (UDP Port 6454)	✓
DMX512 Ausgabe (512 Kanäle, 1 Universum)	✓
RDM Forward	✓
RDM Discovery	✓
WLAN-Verbindung (STA-Mode)	✓
Access-Point-Modus (Ersteinrichtung)	✓
Webinterface zur Konfiguration	✓
Persistente Konfiguration (NVS/Flash)	✓
OTA-Firmware-Update	<input type="checkbox"/> (nicht in v1.79)
Ethernet	✗ (nicht vorgesehen)

Hardware

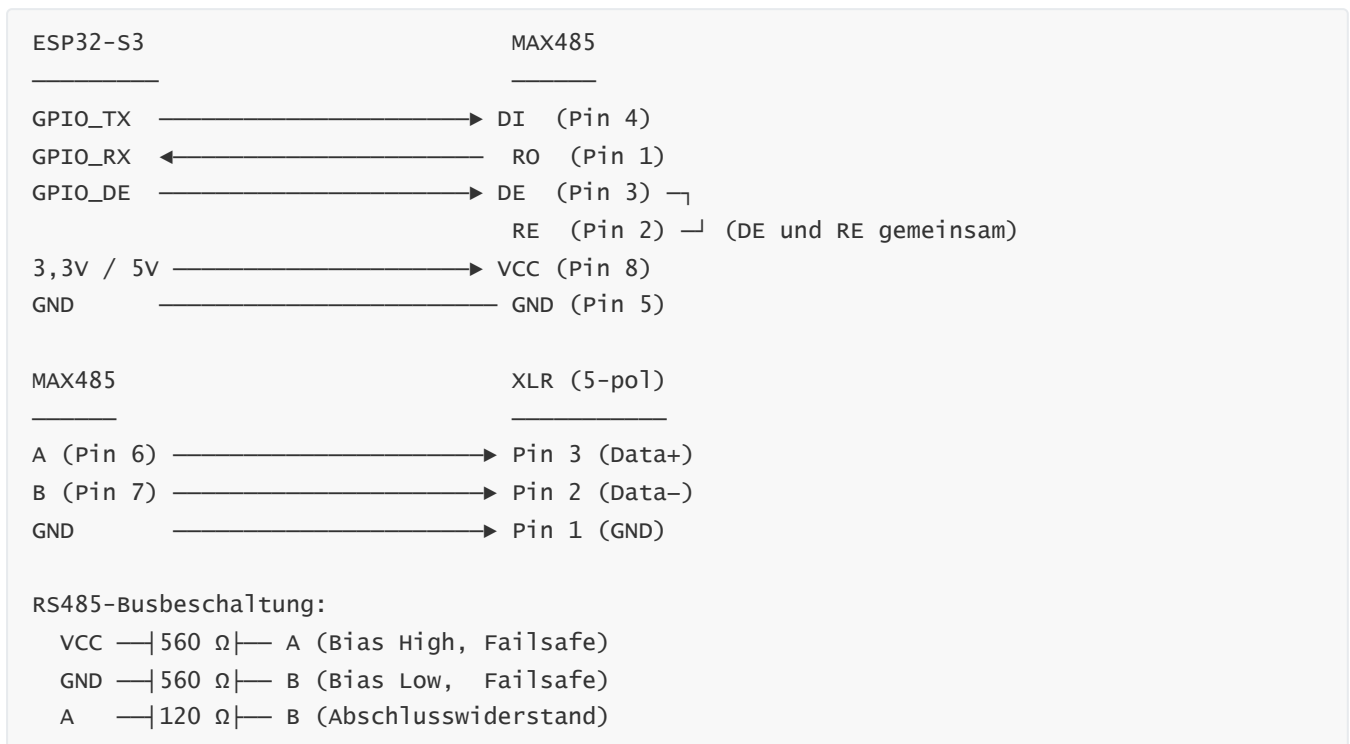
Benötigte Komponenten

Bauteil	Beschreibung	Menge
ESP32-S3 DevKit	z. B. ESP32-S3-DevKitC-1 (N8R8 oder N16R8)	1
MAX485 / SN75176	RS485-Transceiver (Half-Duplex)	1
XLR-Buchse (5-pol)	DMX-Ausgang (weiblich)	1

Bauteil	Beschreibung	Menge
120 Ω Widerstand	Abschlusswiderstand zwischen A und B (RS485)	1
560 Ω Widerstand	Biaswiderstand A nach VCC (Failsafe)	1
560 Ω Widerstand	Biaswiderstand B nach GND (Failsafe)	1
100 nF Keramikkondensator	Abblockkondensator für MAX485 VCC	1
Spannungsversorgung	5 V / min. 500 mA	1
Lochrasterplatine / PCB	optional, für stabilen Aufbau	1

Hinweis: Der ESP32-S3 arbeitet mit 3,3 V Logikpegel. Der MAX485 ist sowohl mit 3,3 V als auch 5 V betreibbar. Bei 5 V-Versorgung des MAX485 sind die Eingangsspiegel des ESP32-S3 direkt kompatibel (3,3 V High-Pegel werden als HIGH erkannt).

Schaltungsaufbau



Biaswiderstände (560 Ω): Halten die Leitungen A und B in einem definierten Ruhepegel ($A > B$ = logisch HIGH), wenn der Bus unbeschrieben ist oder der Treiber sich im Tristate befindet. Ohne diese Widerstände kann undefiniertes Rauschen auf dem Bus zu Fehldaten am DMX-Empfänger führen.

Abschlusswiderstand (120 Ω): Verhindert Reflexionen auf langen Leitungen und entspricht dem Wellenwiderstand des DMX-Kabels. Er wird am **letzten Gerät** in der Kette platziert – beim Art-Net Node also direkt am Ausgang, sofern kein weiterer DMX-Splitter folgt.

RDM: Da RDM bidirektional arbeitet, muss der DE-Pin des MAX485 vom ESP32-S3 aktiv gesteuert werden. Während des Empfangs (RDM-Response) wird DE auf LOW gesetzt, beim Senden auf HIGH.

Pinbelegung

Signal	ESP32-S3 GPIO	Richtung	Beschreibung
DMX TX	GPIO 17	Ausgang	UART TX → MAX485 DI
DMX RX	GPIO 18	Eingang	MAX485 RO → UART RX
RS485 DE	GPIO 16	Ausgang	Sende-/Empfangsumschaltung
Status-LED	GPIO 2	Ausgang	WLAN- und Betriebsstatus

Die GPIO-Nummern können bei Bedarf über die Flash-Webseite angepasst werden.

Firmware

Der Quellcode der Firmware ist nicht öffentlich verfügbar. Die Firmware wird als fertig kompiliertes Binary bereitgestellt und lässt sich bequem über die **Flash-Webseite** auf den ESP32-S3 übertragen – ohne Entwicklungsumgebung, ohne Kommandozeile.

Flashen über die Webseite

Voraussetzungen:

- Google Chrome oder Microsoft Edge (andere Browser unterstützen Web Serial nicht)
- ESP32-S3 DevKit per USB mit dem PC verbunden
- Ggf. USB-Treiber für CP210x oder CH340 installiert

Schritte:

1. Flash-Webseite aufrufen: www.ulrichradig.de
2. Auf der Produktseite des Art-Net Nodes den Flash-Button anklicken.
3. Im Browser-Dialog den korrekten COM-Port / Seriellen Port auswählen.
4. Flashvorgang starten – der Fortschritt wird direkt im Browser angezeigt.
5. Nach erfolgreichem Flash startet der Node automatisch neu.

💡 Das Flashen funktioniert vollständig im Browser über die **Web Serial API** – es muss keine Software installiert werden.

⚠️ Nur **Google Chrome** und **Microsoft Edge** unterstützen die Web Serial API. Firefox und Safari funktionieren nicht.

Inbetriebnahme

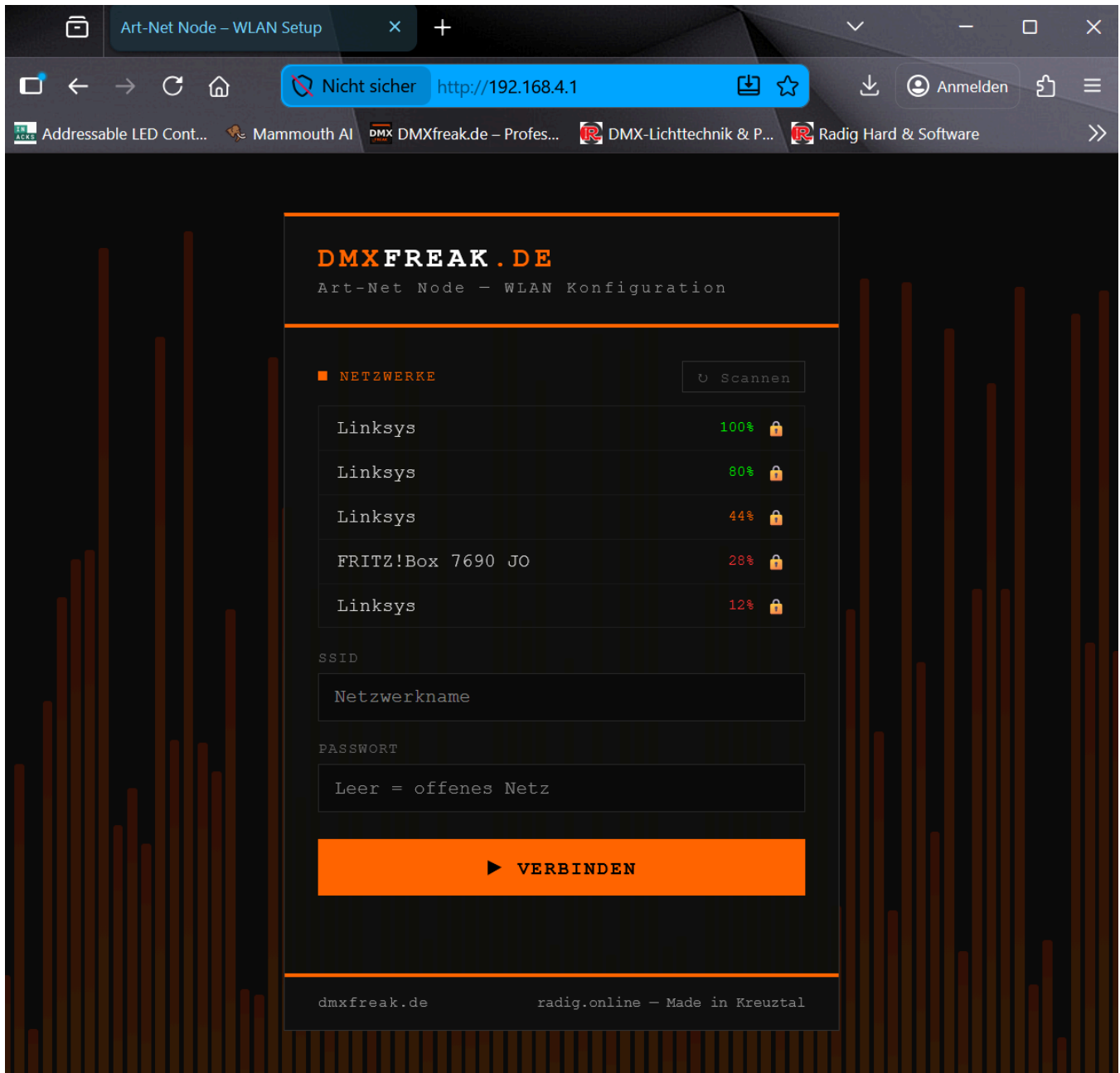
Erststart und WLAN-Konfiguration

Beim ersten Start (oder wenn keine WLAN-Konfiguration gespeichert ist) öffnet der Node automatisch einen **Access Point**:

Parameter	Wert
SSID	ArtNet-Node
Passwort	keines (offenes Netzwerk)
IP-Adresse	192.168.4.1

Schritte:

1. Mit dem WLAN `ArtNet-Node` verbinden (kein Passwort, offenes Netzwerk).
2. Browser öffnen und `http://192.168.4.1` aufrufen.
3. Verfügbare Netzwerke werden automatisch gescannt und als Liste angezeigt – gewünschtes Netzwerk anklicken, SSID wird automatisch übernommen.
4. Passwort eingeben (leer lassen bei offenem Netz).
5. **VERBINDEN** klicken – der Node verbindet sich und startet im STA-Modus neu.



WLAN-Konfigurationsseite des Art-Net Nodes (<http://192.168.4.1>) – Signalstärke wird farbcodiert angezeigt (grün = stark, rot = schwach)

⚠ Wichtige Hinweise zur URL:

- Adresse: `http://192.168.4.1` – ausschließlich **HTTP**, kein HTTPS!
- Ein HTTPS-Aufruf schlägt fehl, da der Node kein TLS-Zertifikat bereitstellt.
- Manche Browser (Chrome, Edge) versuchen automatisch HTTPS – in diesem Fall die URL explizit mit `http://` eingeben.
- Die Seite ist nur erreichbar, solange das Gerät mit dem WLAN des Nodes (`ArtNet-Node`) verbunden ist.

IP-Adresse ermitteln nach dem Verbinden:

Nach dem Neustart bezieht der Node per DHCP eine IP-Adresse vom Router. Diese lässt sich auf drei Wegen herausfinden:

1. **Router-Webinterface:** Im DHCP-Client-Bereich nachsehen (z. B. FritzBox → Heimnetz → Netzwerk). Der Node erscheint als `ESP32-S3 based Art-Net DMX Node`.

2. **DMX Workshop:** Art-Net → Node List → **Refresh** klicken. Der Node wird automatisch erkannt und die IP direkt angezeigt (siehe Screenshot im Abschnitt [RDM](#)).
3. **Serieller Monitor:** `idf.py -p <PORT> monitor` – die zugewiesene IP wird beim Bootvorgang ausgegeben.

Webinterface

Nach erfolgreicher WLAN-Verbindung ist das Webinterface über die zugewiesene IP erreichbar, z. B. `http://192.168.1.42`.



Webinterface des Art-Net Nodes im Browser – Statusanzeige, DMX-Kanalbalken und Universe-Konfiguration

Das Webinterface gliedert sich in drei Bereiche:

Bereich 1 – STATUS und UNIVERSE

Der obere Bereich zeigt den aktuellen Betriebszustand des Nodes in Echtzeit:


Feld	Beschreibung
Art-Net	Signalstatus: „Kein Signal“ (rot) wenn kein Art-Net Paket empfangen wird, grün bei aktivem Signal
Pakete gesamt	Gesamtzahl der empfangenen Art-Net Pakete seit dem letzten Neustart (hier: 2565)

Feld	Beschreibung
Frames/s	Aktuelle Empfangsrate in Frames pro Sekunde (0 fps = kein aktives Signal)
Uptime	Betriebszeit des Nodes seit letztem Start (hier: 8 Minuten 1 Sekunde)
Net / SubNet / Universe	Aktuell konfiguriertes Art-Net Universum (hier: 0 / 0 / 0)
Port	UDP-Port auf dem der Node lauscht (fest: 6454 UDP)

Bereich 2 – DMX KANÄLE (512)

Der mittlere Bereich zeigt alle 512 DMX-Kanäle als Balkendiagramm in Echtzeit:

- Jeder Balken entspricht einem DMX-Kanal (CH 1 bis CH 512)
- Die Balkenhöhe entspricht dem aktuellen Kanalwert (0 = kein Ausschlag, 255 = volle Höhe)
- Oben rechts: Anzahl der **aktiven Kanäle** (Wert > 0), hier: **1 aktive Kanäle**
- Ändert sich ein Kanalwert, aktualisiert sich der Balken sofort – nützlich zur schnellen Signalprüfung


 **Tipp:** Dieses Diagramm eignet sich hervorragend zur schnellen Prüfung, ob Art-Net Daten korrekt ankommen, ohne ein separates DMX-Messgerät zu benötigen.

Bereich 3 – UNIVERSE KONFIGURIEREN

Im unteren Bereich lässt sich das Art-Net Universum direkt im Browser ändern:

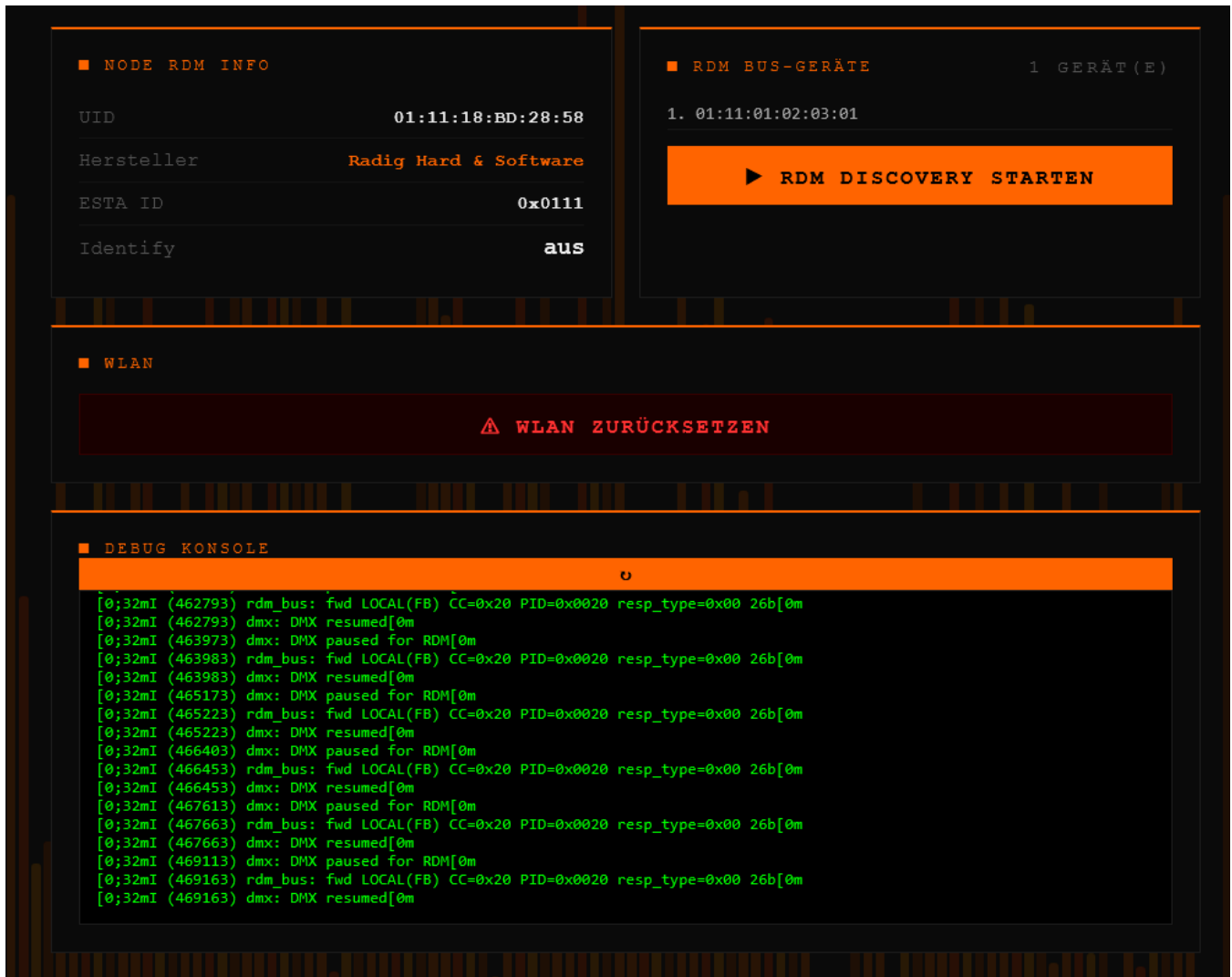
Feld	Wertebereich	Beschreibung
NET	0–127	Art-Net Net-Adresse
SUBNET	0–15	Art-Net Subnet-Adresse
UNIVERSE	0–15	Art-Net Universe-Adresse

Nach dem Einstellen der gewünschten Werte auf „**UNIVERSE ÄNDERN**“ klicken. Die Einstellung wird dauerhaft im Flash gespeichert und ist nach einem Neustart weiterhin aktiv.

 Net, SubNet und Universe müssen exakt mit den Einstellungen des sendenden Art-Net Controllers übereinstimmen, sonst empfängt der Node keine Daten.

Bereich 4 – NODE RDM INFO, WLAN und DEBUG KONSOLE

Der untere Teil des Webinterfaces enthält drei weitere Bereiche:



Webinterface – unterer Bereich: Node RDM Info, RDM Bus-Geräte, WLAN-Reset und Debug-Konsole


NODE RDM INFO (links oben):


Feld	Wert	Beschreibung
UID	01:11:18:BD:28:58	Eindeutige RDM-Geräteerkennung des Nodes selbst
Hersteller	Radig Hard & Software	Herstellerbezeichnung gemäß ESTA-Registrierung
ESTA ID	0x0111	Registrierte ESTA-Hersteller-ID
Identify	aus	RDM Identify-Modus (kann per RDM-Controller aktiviert werden)

RDM BUS-GERÄTE (rechts oben):

Listet alle per RDM Discovery gefundenen Geräte am DMX-Bus auf. Im Screenshot ist 1 Gerät erkannt: 01:11:01:02:03:01. Über „**RDM DISCOVERY STARTEN**“ lässt sich die Suche manuell neu anstoßen.

WLAN (Mitte):

Der rote Button „ **WLAN ZURÜCKSETZEN**“ löscht die gespeicherte WLAN-Konfiguration und startet den Node neu im Access-Point-Modus (192.168.4.1). Nützlich bei Netzwerkwechsel oder falsch eingegebenem Passwort.


 Nach dem WLAN-Reset ist der Node nicht mehr im Heimnetzwerk erreichbar. Die Erstkonfiguration muss erneut durchgeführt werden (siehe [Erststart und WLAN-Konfiguration](#)).

DEBUG KONSOLE (unten):

Die integrierte Debug-Konsole zeigt den Live-Log des Nodes direkt im Browser – ohne seriellen Monitor oder USB-Verbindung. Typische Meldungen:

```
[0;32mI (462793) rdm_bus: fwd LOCAL(FB) CC=0x20 PID=0x0020 resp_type=0x00 26b
[0;32mI (462793) dmx: DMX resumed
[0;32mI (463973) dmx: DMX paused for RDM
```

Log-Eintrag	Bedeutung
<code>rdm_bus: fwd LOCAL(FB)</code>	RDM-Paket wird lokal verarbeitet (Broadcast/Feedback)
<code>CC=0x20</code>	RDM Command Class: GET_COMMAND
<code>PID=0x0020</code>	Parameter ID des RDM-Befehls (hier: SUPPORTED_PARAMETERS)
<code>dmx: DMX paused for RDM</code>	DMX-Ausgabe wird kurzzeitig pausiert für RDM-Kommunikation
<code>dmx: DMX resumed</code>	DMX-Ausgabe wird nach RDM-Antwort fortgesetzt

 Die Debug-Konsole ist besonders nützlich zur Fehlersuche bei RDM-Problemen oder zur Überprüfung der RDM-Discovery ohne PC-Software.

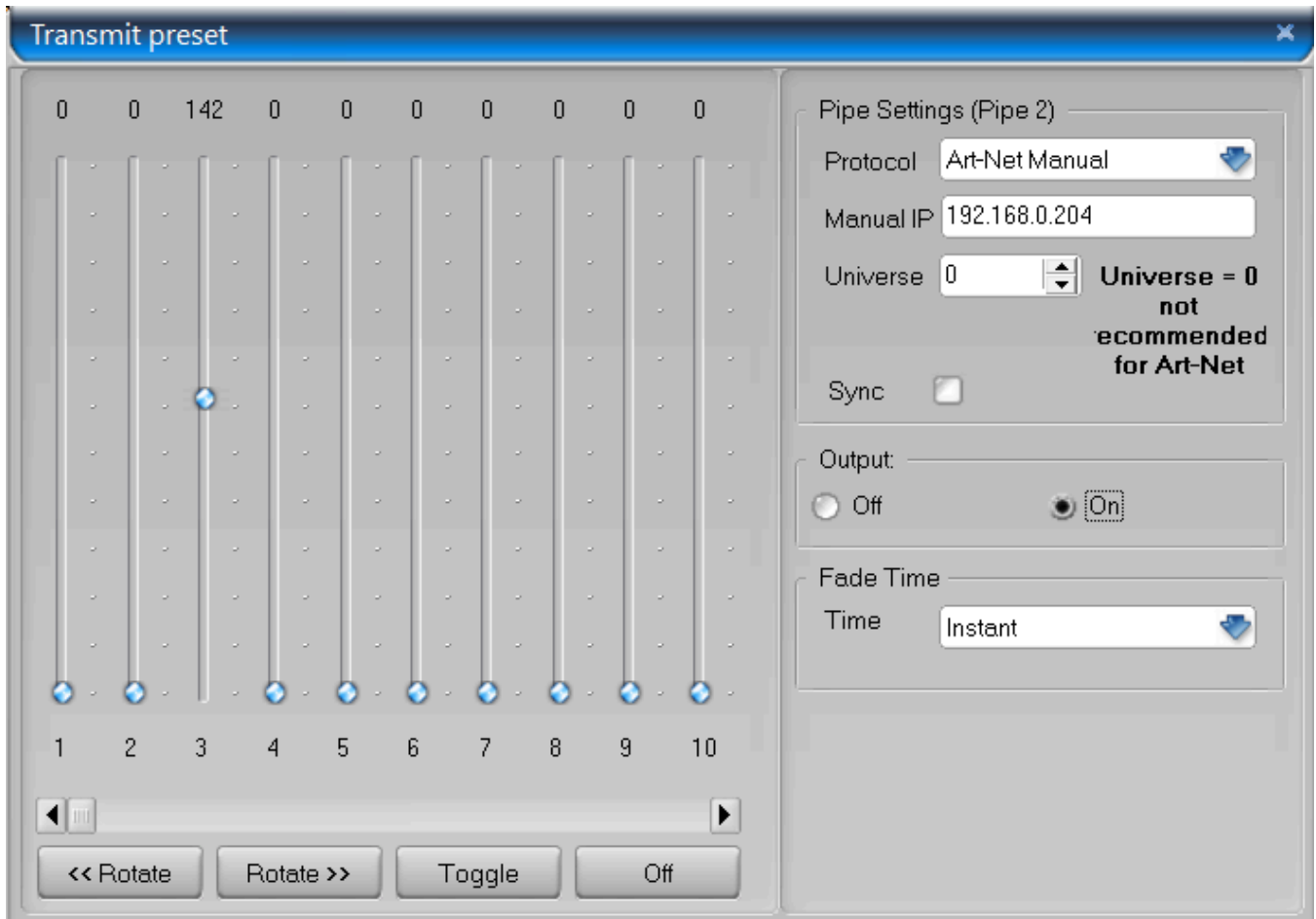
Art-Net Empfang

Der Node hört auf **UDP-Port 6454** (Standard Art-Net Port) auf Broadcast- und Unicast-Pakete. Sobald ein `ArtDmx`-Paket für das konfigurierte Universum eintrifft, wird der Inhalt sofort als DMX512-Signal ausgegeben.

Typische Latenz: < 5 ms (WLAN-Latenz abhängig vom Netzwerk).

DMX Workshop – Werte an den Node senden (Transmit Preset):

Mit DMX Workshop lassen sich DMX-Werte direkt und manuell an den Node übertragen – ideal zum Testen ohne vollständige Lichtsteuerungssoftware.



DMX Workshop „Transmit Preset“: Manuelle DMX-Ausgabe an den ESP32-S3 Art-Net Node (IP 192.168.0.204, Universum 0)

Einstellungen im Screenshot:

Parameter	Wert	Hinweis
Protocol	Art-Net Manual	Direktes Unicast an die Node-IP
Manual IP	192.168.0.204	IP des Nodes (aus Node List)
Universe	0	Muss mit Node-Konfiguration übereinstimmen
Output	on	Übertragung aktiv
Fade Time	Instant	Sofortige Wertübernahme ohne Fade

⚠ **Universum 0 – Hinweis von DMX Workshop:** Die Software zeigt den Hinweis „Universe = 0 not recommended for Art-Net“ – das ist eine allgemeine Warnung. Der ESP32-S3 Art-Net Node funktioniert mit Universum 0 einwandfrei, solange Node und Controller auf denselben Wert konfiguriert sind.

💡 **Tipp:** Kanal 3 zeigt im Screenshot den Wert 142 – das entspricht einem Dimmer auf ca. 56 % Helligkeit. Die Fader lassen sich einzeln per Maus ziehen oder mit **Rotate** automatisch durchlaufen.

RDM

Der Node unterstützt **RDM (Remote Device Management)** gemäß ANSI E1.20. Dies ermöglicht:

- Erkennung von RDM-fähigen Geräten am DMX-Bus (Discovery)
- Lesen und Schreiben von Geräteparametern (z. B. DMX-Startadresse, Geräteiname)
- Kompatibel mit RDM-Controllern wie DMX Workshop

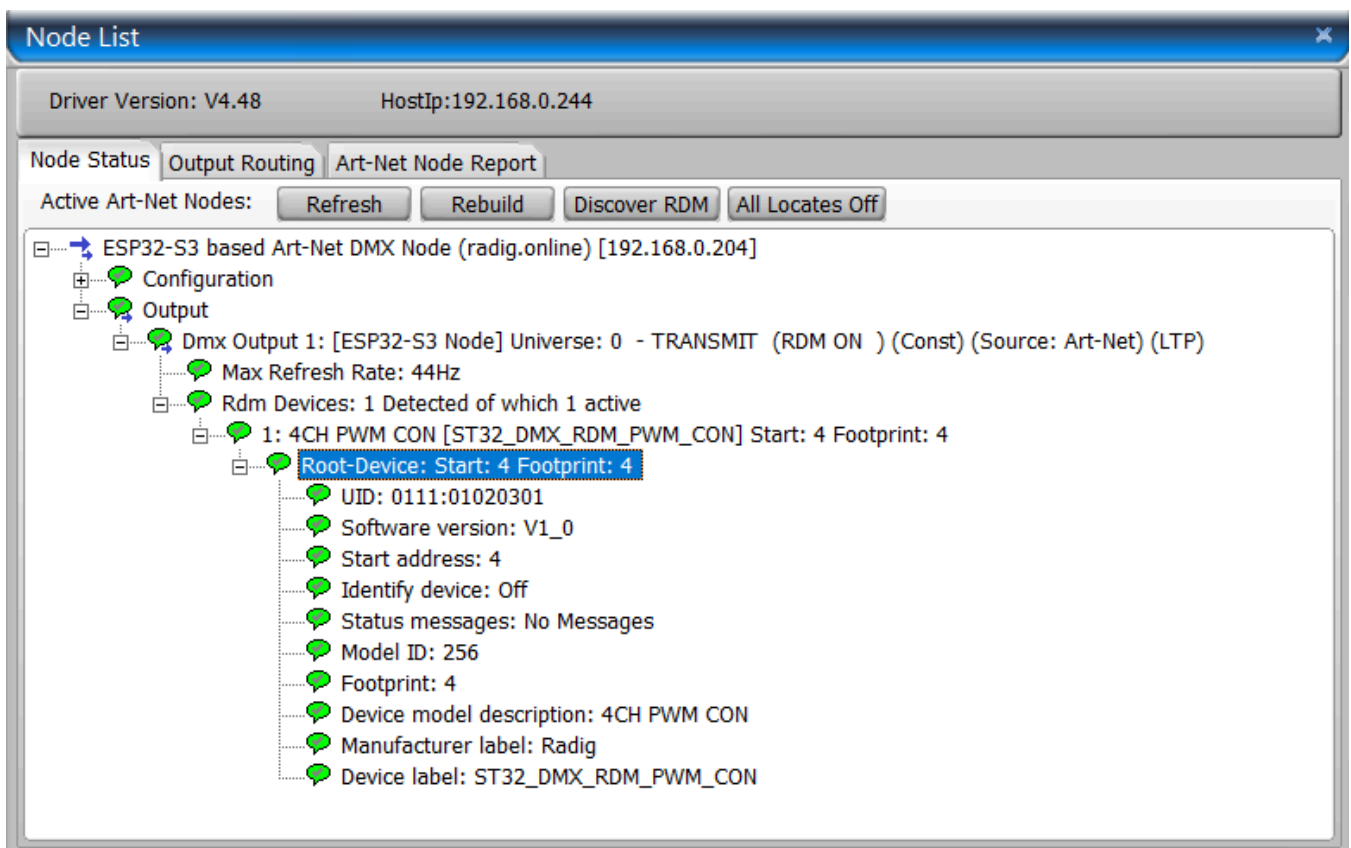
RDM-Ablauf:

1. Art-Net Controller sendet `ArtRdm`-Paket an den Node.
2. Node schaltet RS485 auf Empfang (DE = LOW).
3. Node leitet das RDM-Telegramm auf den DMX-Bus weiter.
4. Antwort des RDM-Geräts wird empfangen und als `ArtRdmSub`-Paket zurück an den Controller gesendet.

RDM Discovery (`DISC_UN_MUTE`, `DISC_UNIQUE_BRANCH`) wird vollständig unterstützt.

DMX Workshop – Node List:

Nach dem Verbinden mit dem Heimnetzwerk erscheint der Node in DMX Workshop automatisch in der Node List:



DMX Workshop Node List: Der ESP32-S3 Art-Net Node (192.168.0.204) mit einem erkannten RDM-Gerät (4CH PWM CON, Start: 4, Footprint: 4)

Sichtbare Informationen im Screenshot:

- **Node-Name:** ESP32-S3 based Art-Net DMX Node (radig.online) mit IP 192.168.0.204
- **Universum 0:** DMX Output, RDM aktiv, Refresh Rate 44 Hz, Quelle: Art-Net (LTP)
- **RDM-Gerät erkannt:** 4CH PWM CON [ST32_DMX_RDM_PWM_CON], Start: 4, Footprint: 4

- **UID:** 0111:01020301, Software: V1_0, Hersteller: Radig

💡 Die IP des Nodes lässt sich so direkt aus DMX Workshop ablesen – kein serieller Monitor oder Router-Login nötig.

Protokolle

Art-Net

Art-Net ist ein lizenzfreies Protokoll zur Übertragung von DMX512-Daten über IP-Netzwerke, entwickelt von Artistic Licence.

Parameter	Wert
Transport	UDP
Port	6454
Pakettyp (DMX)	ArtDmx (OpCode 0x5000)
Pakettyp (RDM)	ArtRdm (OpCode 0x8300)
Max. Universum	32.768 (Net × 16 × Subnet × 16 × Universe)
Paketgröße	18 Byte Header + bis zu 512 Byte DMX-Daten

Art-Net Universum Adressierung:

```
Gesamt-Universum = (Net << 8) | (SubNet << 4) | Universe
```

Beispiel: Net=0, SubNet=0, Universe=0 → Universum 0 (Standard).

DMX512

DMX512 (Digital Multiplex) ist der Industriestandard für die Steuerung von Bühnenlicht und anderen Showeffekten.

Parameter	Wert
Physikalische Schicht	RS485, Half-Duplex
Baudrate	250.000 Baud
Datenbits	8
Stoppbits	2
Parität	Keine
Kanäle pro Universum	512
Aktualisierungsrate	typ. 44 Hz (von Art-Net abhängig)

DMX-Frame Struktur:

```
[BREAK ≥ 88 µs] [MAB ≥ 8 µs] [SC 0x00] [Slot 1] ... [Slot 512]
```

Der ESP32-S3 UART wird für die DMX-Ausgabe mit 250.000 Baud, 8N2 konfiguriert. Der BREAK wird durch kurzzeitiges Umschalten des TX-Pins auf GPIO-Modus (LOW) erzeugt.

RDM (Remote Device Management)

RDM ist eine Erweiterung des DMX512-Protokolls (ANSI E1.20) für bidirektionale Kommunikation.

Parameter	Wert
Startcode	0xCC
Sub-Startcode	0x01
Übertragungsrichtung	Bidirektional (Half-Duplex RS485)
Discovery	DISC_UN_MUTE / DISC_UNIQUE_BRANCH

Wichtige RDM Parameter IDs (PIDs):

PID	Hex	Beschreibung
DEVICE_INFO	0x0060	Geräteinformationen
DMX_START_ADDRESS	0x00F0	DMX-Startadresse lesen/schreiben
DEVICE_LABEL	0x0082	Gerätename
IDENTIFY_DEVICE	0x1000	Gerät identifizieren (Blinken)
SUPPORTED_PARAMETERS	0x0050	Unterstützte PIDs

Kompatibilität

Getestet und kompatibel mit folgenden Art-Net-Controllern und Software:

Software / Gerät	Version	Status
DMX Workshop	4.x	✅ Vollständig kompatibel
QLC+	4.x	✅ Vollständig kompatibel
MA2 onPC	3.x	✅ Kompatibel
Resolume Avenue	7.x	✅ Kompatibel
Madrix	5.x	✅ Kompatibel
Chamsys MagicQ	aktuell	✅ Kompatibel

Alle oben genannten Programme senden Art-Net 4 UDP auf Port 6454. Der Node meldet sich als Art-Net Node und antwortet auf `ArtPoll`-Anfragen mit einem `ArtPollReply`.

Bekannte Einschränkungen

- **1 Universum:** Der Node unterstützt ausschließlich ein einzelnes DMX-Universum. Mehrere Universen erfordern mehrere Nodes.
- **Kein Ethernet:** Die Verbindung erfolgt ausschließlich über WLAN. Bei instabilem WLAN kann es zu DMX-Aussetzern kommen.
- **Kein OTA-Update:** Die Firmware muss über USB geflasht werden. Ein OTA-Mechanismus ist für eine spätere Version geplant.
- **WLAN-Latenz:** Typischerweise 2–10 ms. Für zeitkritische Produktionen wird ein stabiles 2,4 GHz Netzwerk mit geringer Last empfohlen.
- **Gleichzeitiger AP+STA-Betrieb:** Nicht unterstützt. Der Node wechselt nach der Erstkonfiguration vollständig in den STA-Modus.

Versionshistorie

Version	Datum	Änderungen
v1.79	2025	Stabile Release-Version. RDM Forward und Discovery vollständig implementiert. DMX Workshop kompatibel. Projekt vorerst abgeschlossen.
v1.7x	2024–2025	Iterative Verbesserungen: RDM-Stabilität, Webinterface-Überarbeitung, NVS-Konfiguration.
v1.0	2024	Erste funktionsfähige Version: Art-Net Empfang, DMX-Ausgabe, WLAN.

Lizenz

Dieses Projekt ist für den privaten und nicht-kommerziellen Einsatz freigegeben. Kommerzielle Nutzung, Weiterverkauf der Firmware oder Verwendung in eigenen Produkten nur nach ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung durch den Autor.

Autor: Ulrich Radig

Website: radig.online · ulrichradig.de · dmx-freak.de