

ESP32-S3 Art-Net DMX Node



Technische Anleitung

Parameter	Wert
Version	v1.96
Plattform	ESP32-S3
Protokoll	Art-Net 4 / DMX512 / RDM
Sprache	Deutsch
Autor	Ulrich Radig – radig.online
Ergänzung	v1.96 – STA-Betrieb mit Router, AP/Router-Betrieb mit Passwort, Art-Net/DMX/RDM im AP-Netz, Discovery/PollReply im AP-Modus stabilisiert, Versionsprüfung nur im STA-Modus, PollReply-Rate-Limit gegen Poll-Spam

Inhaltsverzeichnis

1 Überblick.....	3
Kernmerkmale.....	3
2 Funktionsumfang.....	3
3 Hardware.....	4
3.1 Benötigte Komponenten.....	4
3.2 Schaltungsaufbau.....	4
3.3 Pinbelegung.....	5
4 Firmware.....	5
4.1 Flashen über die Webseite.....	5
Voraussetzungen.....	5
Schritte.....	5
5 Inbetriebnahme.....	5
5.1 Erststart und WLAN-Konfiguration.....	5
Schritte.....	6
5.2 Webinterface.....	7
Bereich 1 – STATUS und UNIVERSE.....	7
Bereich 2 – DMX KANÄLE (512).....	8
Bereich 3 – UNIVERSE KONFIGURIEREN.....	8
Bereich 4 – NODE RDM INFO, WLAN und DEBUG KONSOLE.....	9
5.3 Art-Net Empfang.....	10
5.4 RDM.....	11
RDM-Ablauf.....	11
5.5 Ergänzung ab Firmware v1.85.....	12
RDM im Webinterface schalten.....	12
Schnellere Art-Net-zu-DMX-Ausgabe.....	12
Empfohlene Einstellung für reine DMX-Ausgabe.....	12
5.6 Ergänzung ab Firmware v1.90.....	12
Eigener MAC-Adressbereich.....	13
5.7 Ergänzung ab Firmware v1.93.....	13
WLAN-Betriebsarten.....	13
Art-Net im AP/Router-Modus.....	13
Art-Net Discovery im AP/Router-Modus.....	13
5.8 Ergänzung ab Firmware v1.95/v1.96.....	13
Versionsprüfung nur im STA-Modus.....	13
PollReply Rate-Limit gegen Poll-Spam.....	14
6 Protokolle.....	14
6.1 Art-Net.....	14
6.2 DMX512.....	14
6.3 RDM (Remote Device Management).....	14
Wichtige RDM Parameter IDs (PIDs).....	15
7 Kompatibilität.....	15
8 Bekannte Einschränkungen.....	15
9 Versionshistorie.....	16
10 Lizenz.....	17

1 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

- o 1 DMX-Universum (512 Kanäle)
- o Art-Net 4 Empfang über WLAN (IEEE 802.11 b/g/n)
- o DMX512-Ausgabe über RS485-Treiber (z. B. MAX485)
- o RDM-Unterstützung inkl. Discovery
- o Konfiguration per Browser-Webinterface
- o Kompatibel mit DMX Workshop, QLC+, MA2 onPC und weiteren Art-Net-Controllern
- o Firmware v1.96 – stabiler STA- und AP/Router-Betrieb mit optimierter Versionsprüfung und PollReply-Rate-Limit

2 Funktionsumfang

Funktion	Status
Art-Net 4 Empfang (UDP Port 6454)	✓ Ja
DMX512 Ausgabe (512 Kanäle, 1 Universum)	✓ Ja
RDM Forward	✓ Ja
RDM Discovery	✓ Ja
WLAN-Verbindung (STA-Mode)	✓ Ja
Access-Point-Modus (Ersteinrichtung)	✓ Ja
Webinterface zur Konfiguration	✓ Ja
Persistente Konfiguration (NVS/Flash)	✓ Ja
OTA-Firmware-Update	– (nicht in v1.83)
Ethernet	– nicht vorgesehen
RDM per Webinterface aktivierbar/deaktivierbar	✓ Ja (ab v1.85)
Eventgesteuerte DMX-Ausgabe nach ArtDmx-Empfang	✓ Ja (ab v1.85)
WLAN-Powersave deaktiviert für geringere UDP-Latenz	✓ Ja (ab v1.84)
Firmware-Versionsprüfung über Server-JSON	✓ Ja (ab v1.89)
Update-Hinweis im Webinterface	✓ Ja (ab v1.89)
Eigener MAC-Adressbereich für WLAN / Art-Net / RDM	✓ Ja (ab v1.89)
NVS-Migration bei Update von älteren Versionen	✓ Ja (ab v1.90)
STA-Betrieb mit Router und Passwort	✓ Ja (ab v1.91)
AP/Router-Betriebsmodus mit Passwort	✓ Ja (ab v1.91)

Funktion	Status
Art-Net / DMX im AP/Router-Betrieb	✓ Ja (ab v1.92)
ArtPollReply / Discovery im AP/Router-Betrieb	✓ Ja (ab v1.93)
Firmware-Versionsprüfung nur im STA-Modus	✓ Ja (ab v1.95)
PollReply Rate-Limit gegen Poll-Spam	✓ Ja (ab v1.96)

3 Hardware

3.1 Benötigte Komponenten

Bauteil	Menge	Beschreibung
ESP32-S3 DevKit	1	z. B. ESP32-S3-DevKitC-1 (N8R8 oder N16R8)
MAX485 / SN75176	1	RS485-Transceiver (Half-Duplex)
XLR-Buchse (5-pol)	1	DMX-Ausgang (weiblich)
120 Ohm Widerstand	1	Abschlusswiderstand zwischen A und B (RS485)
560 Ohm Widerstand	2	Biaswiderstand A nach VCC und B nach GND (Failsafe)
100 nF Keramik Kondensator	1	Abblockkondensator für MAX485 VCC
Spannungsversorgung	1	5 V / min. 500 mA
Lochrasterplatine / PCB	1	Optional, für stabilen Aufbau

Hinweis: Der ESP32-S3 arbeitet mit 3,3 V Logikpegel. Der MAX485 ist sowohl mit 3,3 V als auch 5 V betreibbar.

3.2 Schaltungsaufbau

Nachfolgend die Verbindung zwischen ESP32-S3, MAX485-Transceiver und XLR-Buchse:

```

ESP32-S3  GPIO4 TX  ──────────▶ MAX485 DI (Pin 4)
ESP32-S3  GPIO5 RX  ◀───────── MAX485 RO (Pin 1) [interner Pull-Up]
ESP32-S3  GPIO6 DIR  ──────────▶ MAX485 DE (Pin 3)
                                           MAX485 RE (Pin 2) ┌ HIGH=TX, LOW=RX
                                           └───────────────────┘

MAX485 A (Pin 6) ──────────▶ XLR Pin 3 (Data+)
MAX485 B (Pin 7) ──────────▶ XLR Pin 2 (Data-)
MAX485 GND ──────────▶ XLR Pin 1 (GND)

RS485-Busbeschaltung:
VCC ─ 560 Ohm ─ A (Bias High, Failsafe)
GND ─ 560 Ohm ─ B (Bias Low, Failsafe)
A ─ 120 Ohm ─ B (Abschlusswiderstand)

```

Hinweis: Biaswiderstände (560 Ohm): Halten A und B in einem definierten Ruhepegel. Ohne diese Widerstände kann undefiniertes Rauschen auf dem Bus zu Fehldaten führen.

Hinweis: Abschlusswiderstand (120 Ohm): Verhindert Reflexionen auf langen Leitungen. Er wird am letzten Gerät in der Kette platziert.

Hinweis: RDM: Da RDM bidirektional arbeitet, muss der DE-Pin des MAX485 vom ESP32-S3 aktiv gesteuert werden.

3.3 Pinbelegung

Signal	GPIO	Richtung	Beschreibung
DMX TX	GPIO 4	Ausgang	UART TX nach MAX485 DI
DMX RX	GPIO 5	Eingang	MAX485 RO nach UART RX (interner Pull-Up)
RS485 DIR	GPIO 6	Ausgang	Richtungssteuerung: HIGH = TX, LOW = RX

Hinweis: Die GPIO-Nummern sind fest in der Firmware definiert und können nicht geändert werden.

4 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.

4.1 Flashen über die Webseite

Voraussetzungen

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

Schritte

1. Flash-Webseite aufrufen:
https://www.ulrichradig.de/home/uploads/File/WLAN_ART_NET/ESP_WEB_PROG/index.html
2. Lizenzhinweis lesen und Checkbox bestätigen.
3. BOOT-Taste gedrückt halten, dann RESET kurz drücken und loslassen, dann BOOT loslassen (Board im Flash-Modus).
4. VERBINDEN & FLASHEN klicken und den USB Serial-Port auswählen.
5. Nach erfolgreichem Flash RESET drücken – der Node startet neu.

Tipp: Das Flashen funktioniert vollständig im Browser über die Web Serial API – keine Software-Installation nötig.

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

5 Inbetriebnahme

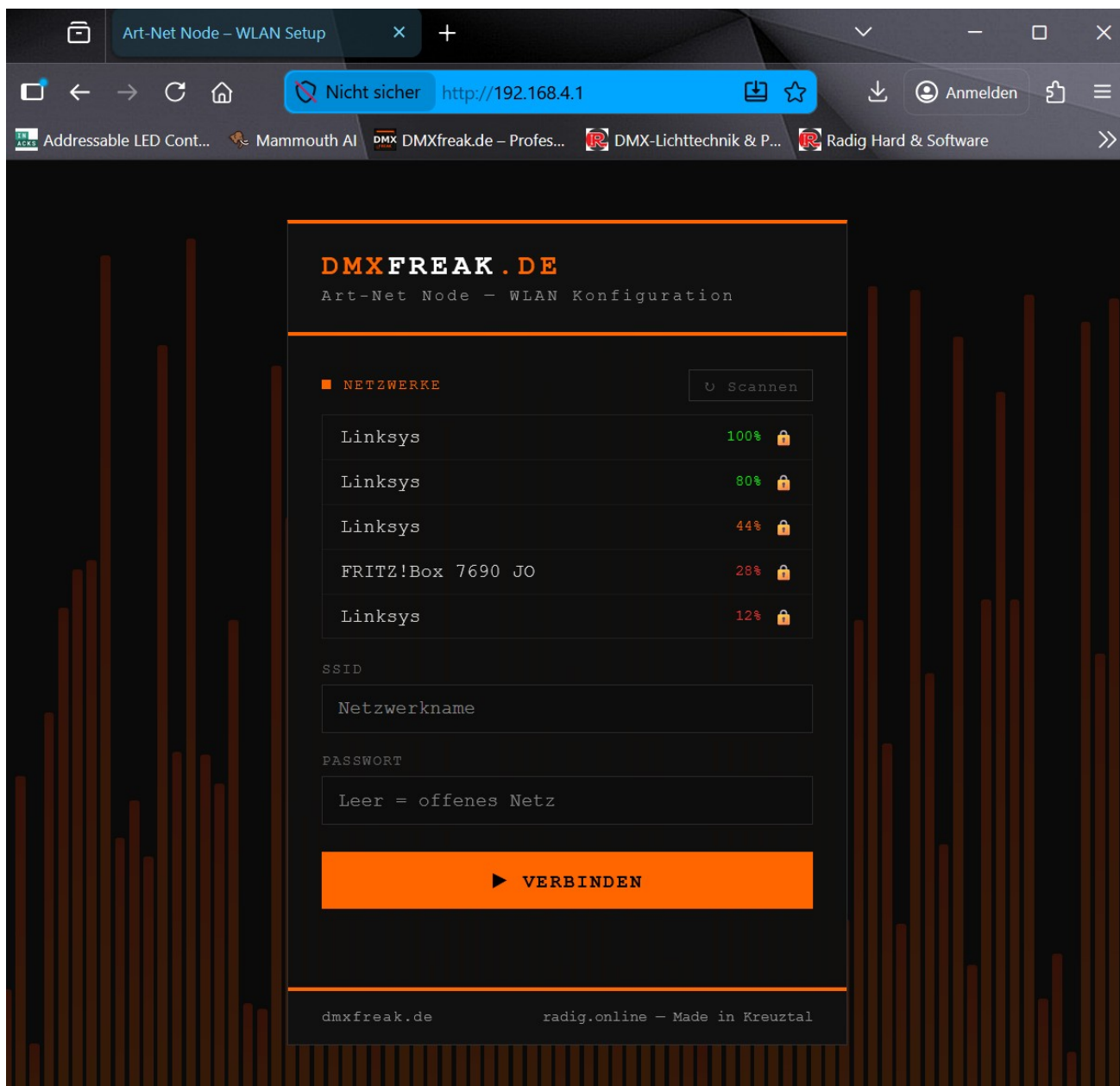
5.1 Erststart und WLAN-Konfiguration

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).
2. Browser öffnen und <http://192.168.4.1> aufrufen.
3. Netzwerkliste wird angezeigt – gewünschtes Netzwerk anklicken, SSID wird automatisch übernommen.
4. Passwort eingeben (leer lassen bei offenem Netz).
5. VERBINDEN klicken – Node verbindet sich und startet im STA-Modus neu.



Ab Firmware v1.96 stehen zwei stabile Betriebsarten zur Verfügung: STA-Betrieb mit vorhandenem Router oder AP/Router-Betrieb mit eigenem Node-WLAN. Der offene Access Point "ArtNet-Node" bleibt ausschließlich für die Ersteinrichtung vorgesehen.

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

Hinweis: Adresse: <http://192.168.4.1> – ausschließlich HTTP, kein HTTPS! Ein HTTPS-Aufruf schlägt fehl, da der Node kein TLS-Zertifikat bereitstellt.

Tipp: IP-Adresse nach WLAN-Verbindung: Im Router-Webinterface (DHCP-Bereich) oder in DMX Workshop über Art-Net > Node List > Refresh.

5.2 Webinterface

Nach erfolgreicher WLAN-Verbindung ist das Webinterface über die zugewiesene IP erreichbar, z. B. <http://192.168.1.42>. Das Webinterface gliedert sich in vier Bereiche:



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

Bereich 1 – STATUS und UNIVERSE

Feld	Beschreibung
Art-Net	Signalstatus: "Kein Signal" (rot) oder aktiv (grün)
Pakete gesamt	Gesamtzahl der empfangenen Art-Net Pakete seit dem letzten Neustart
Frames/s	Aktuelle Empfangsrate (0 fps = kein aktives Signal)
Uptime	Betriebszeit des Nodes seit letztem Start
Net/SubNet/Universe	Aktuell konfiguriertes Art-Net Universum
Port	UDP-Port: fest 6454
RDM Status	Anzeige, ob RDM aktuell aktiviert oder deaktiviert ist (ab v1.85)
RDM Schalter	Schaltfläche zum Aktivieren oder Deaktivieren von RDM im Webinterface (ab v1.85)

Feld	Beschreibung
Firmware-Update	Anzeige, wenn auf dem Server eine neuere Firmware-Version verfügbar ist (ab v1.89)
Update-Link	Verweis auf die Flash-Webseite. Es wird keine Datei automatisch heruntergeladen (ab v1.89)

Bereich 2 – DMX KANÄLE (512)

Der mittlere Bereich zeigt alle 512 DMX-Kanäle als Balkendiagramm in Echtzeit. Jeder Balken entspricht einem Kanal (CH 1–512), die Höhe dem Kanalwert (0–255). Oben rechts: Anzahl aktiver Kanäle.

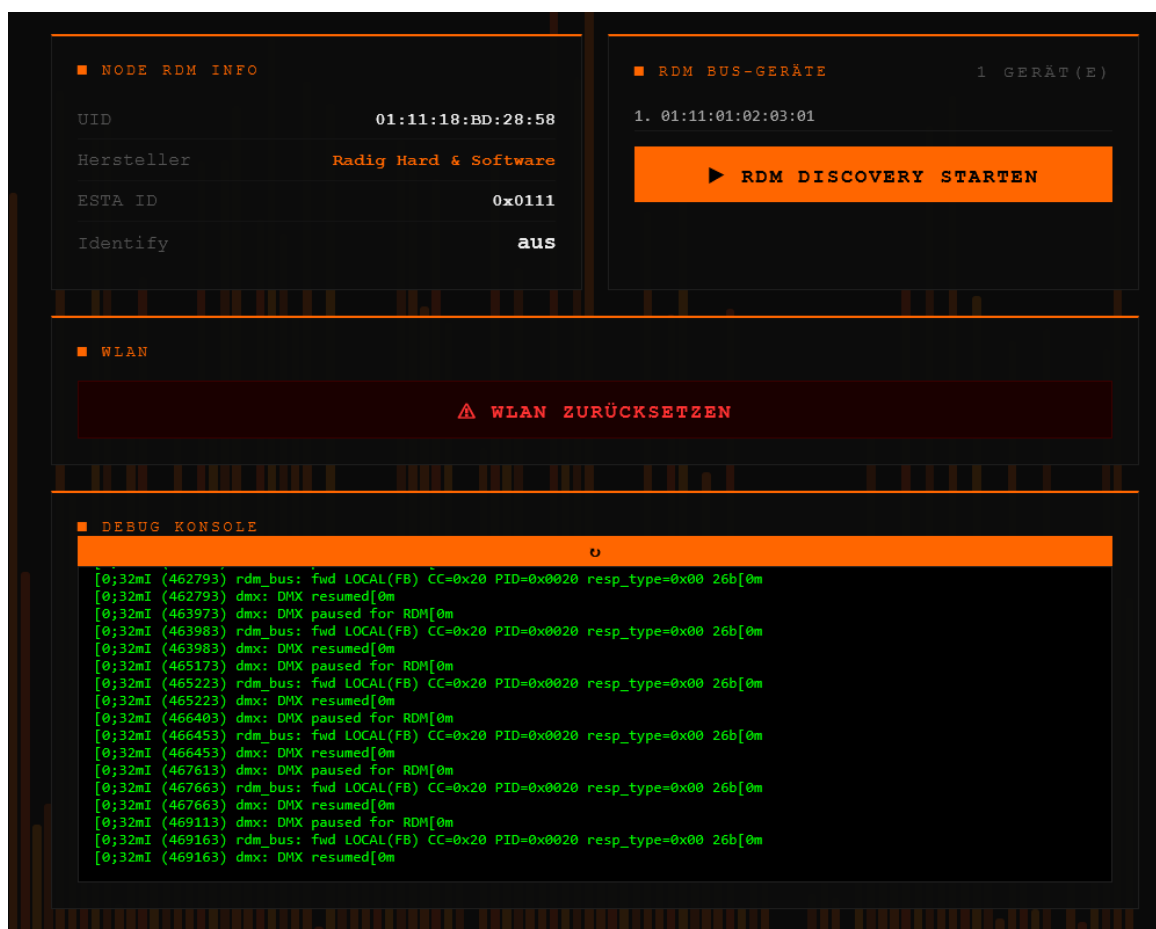
Tipp: Dieses Diagramm eignet sich zur schnellen Prüfung, ob Art-Net Daten korrekt ankommen, ohne ein separates DMX-Messgerät zu benötigen.

Bereich 3 – UNIVERSE KONFIGURIEREN

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

Hinweis: Net, SubNet und Universe müssen exakt mit den Einstellungen des sendenden Art-Net Controllers übereinstimmen.

Bereich 4 – NODE RDM INFO, WLAN und DEBUG KONSOLE



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

Feld	Wert	Beschreibung
UID	01:11:18:BD:28:58	Eindeutige RDM-Geräteerkennung des Nodes
Hersteller	Radig Hard & Software	Herstellerbezeichnung gemäß ESTA-Registrierung
ESTA ID	0x0111	Registrierte ESTA-Hersteller-ID
Identify	aus	RDM Identify-Modus (aktivierbar per RDM-Controller)
RDM aktiv	ein / aus	RDM-Funktion im Webinterface schaltbar, Einstellung wird dauerhaft gespeichert (ab v1.85)
Firmware	v1.96	Aktuelle Firmware-Version des Nodes
Update-Hinweis	ein / aus	Hinweis auf neue Firmware, wenn die Server-Version höher ist als die lokale Firmware
Update-Webseite	ulrichradig.de/.../ESP_WEB_PROG/index.html	Link zur Browser-Flash-Webseite. Der Node lädt selbst keine Firmware herunter.
MAC-Adresse	70:B3:D5:FA:F0:00 – 70:B3:D5:FA:FF:FF	Eigener MAC-Bereich von Radig Hard & Software; die unteren 12 Bit werden aus der Espressif-MAC übernommen.

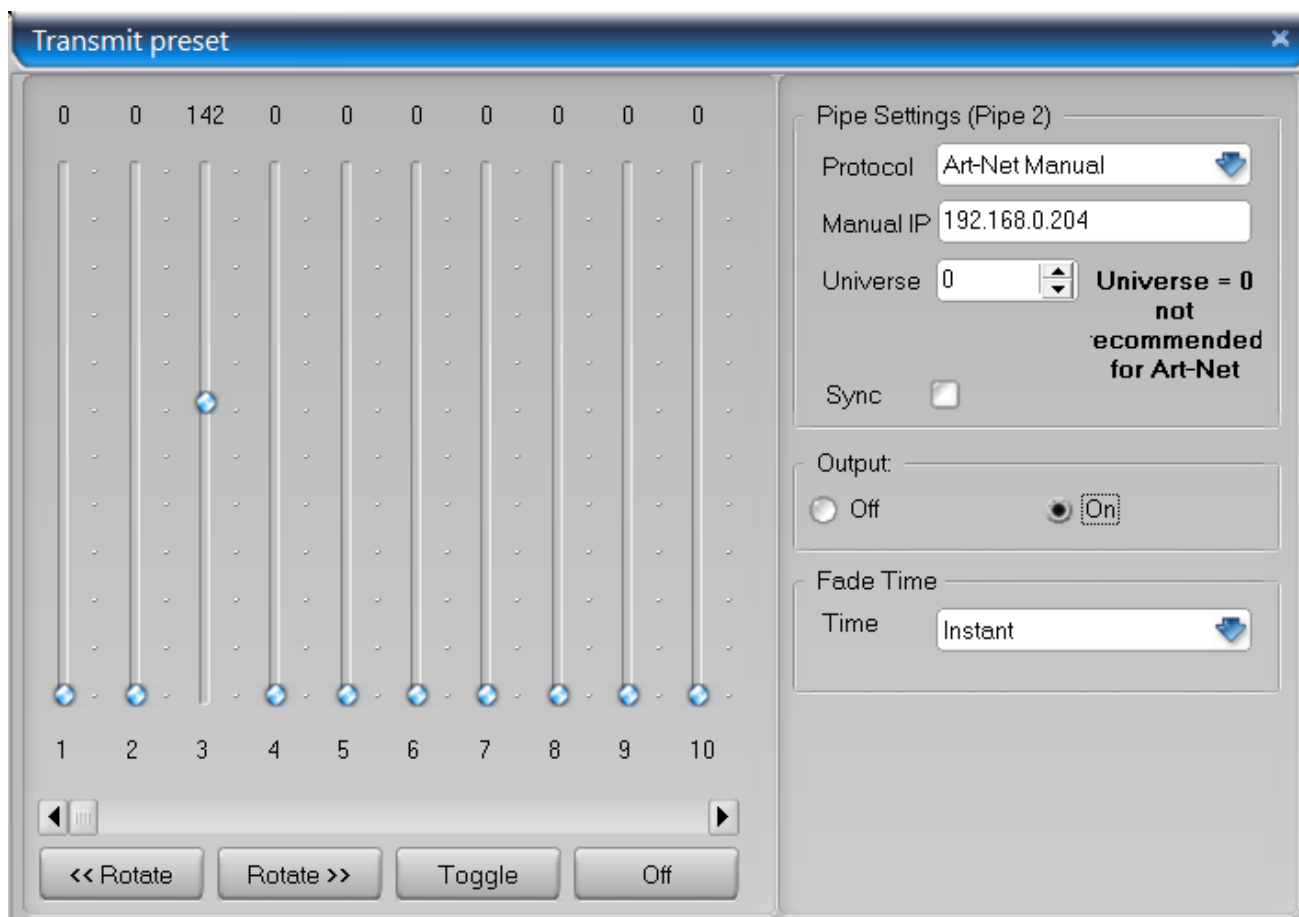
Der rote Button "WLAN ZURÜCKSETZEN" löscht die gespeicherte WLAN-Konfiguration und startet den Node neu im Access-Point-Modus. Die Debug-Konsole zeigt den Live-Log des Nodes direkt im Browser ohne USB-Verbindung.

5.3 Art-Net Empfang

Der Node hört auf UDP-Port 6454 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-abhängig).

Parameter	Wert
Typische Latenz	< 5 ms
Protocol	Art-Net / Unicast oder Broadcast
Universe	0 (Standard, konfigurierbar)
DMX-Ausgabe	eventgesteuert ab v1.85
WLAN Powersave	deaktiviert ab v1.84

AP/Router-Betrieb Art-Net/DMX/RDM lokal im Node-WLAN ab v1.93; Discovery mit PollReply-Rate-Limit ab v1.96



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

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

Hinweis: DMX Workshop zeigt den Hinweis "Universe = 0 not recommended for Art-Net" – das ist eine allgemeine Warnung. Der Node funktioniert mit Universum 0 einwandfrei.

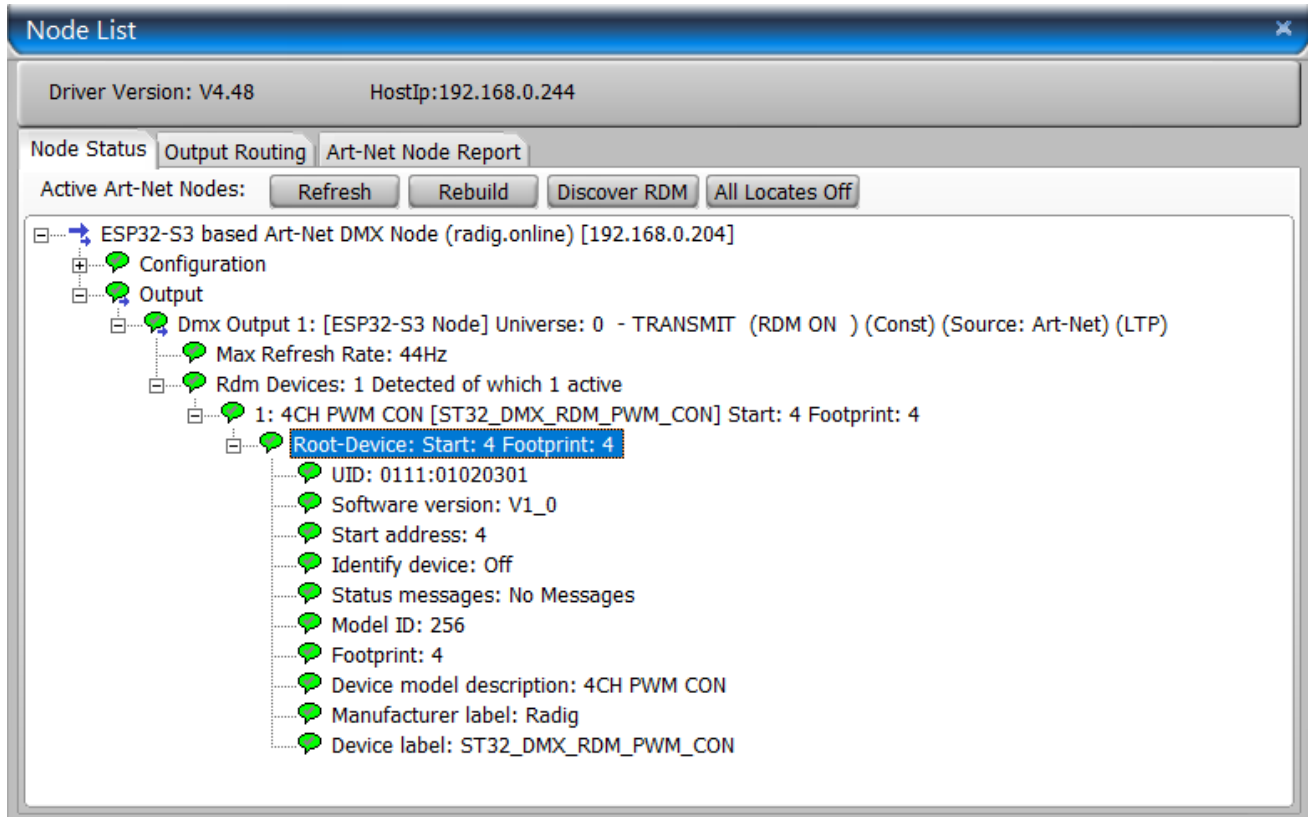
5.4 RDM

Der Node unterstützt RDM (Remote Device Management) gemäß ANSI E1.20. Dies ermöglicht die Erkennung von RDM-fähigen Geräten am DMX-Bus (Discovery) sowie das Lesen und Schreiben von Geräteparametern.

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.



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)

RDM Discovery (DISC_UN_MUTE, DISC_UNIQUE_BRANCH) wird vollständig unterstützt.

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

5.5 Ergänzung ab Firmware v1.85

Ab Firmware v1.85 wurde die Art-Net-zu-DMX-Ausgabe weiter beschleunigt und RDM kann direkt im Webinterface ein- oder ausgeschaltet werden. Diese Ergänzung beschreibt nur die neuen Funktionen; die bestehenden Funktionen aus v1.83 bleiben unverändert gültig.

RDM im Webinterface schalten

Im Webinterface befindet sich ab v1.85 ein RDM-Schalter. Damit kann RDM bei Bedarf deaktiviert werden. Die Einstellung wird im nichtflüchtigen Speicher (NVS) abgelegt und bleibt nach einem Neustart erhalten. Ist RDM deaktiviert, führt der Node keine automatische RDM-Discovery aus und leitet keine RDM-Telegramme auf den DMX-Bus weiter. Der Node arbeitet dann als reiner Art-Net-zu-DMX-Konverter. Hinweis: Wird RDM während einer laufenden Discovery deaktiviert, kann diese einzelne Busoperation noch abgeschlossen werden. Danach bleibt RDM deaktiviert.

Schnellere Art-Net-zu-DMX-Ausgabe

Ab v1.85 wird die DMX-Ausgabe nach empfangenen ArtDmx-Paketen eventgesteuert angestoßen. Ein neues Art-Net-Paket setzt intern ein Sendesignal für den DMX-Task. Dadurch wird der nächste DMX-Frame ohne zusätzliche feste Wartezeit ausgegeben.

Wenn keine neuen Art-Net-Daten eintreffen, sendet der Node weiterhin einen regelmäßigen DMX-Refresh. Dadurch bleiben angeschlossene DMX-Geräte auch bei unveränderten Kanalwerten stabil versorgt.

Bei voller 512-Kanal-Ausgabe bleibt die physikalische DMX512-Grenze bestehen. Ein kompletter DMX512-Frame benötigt etwa 22 bis 23 ms; damit liegt die maximale saubere Wiederholrate bei ungefähr 44 Hz.

Empfohlene Einstellung für reine DMX-Ausgabe

Wenn RDM nicht benötigt wird und eine möglichst direkte Reaktion von Art-Net auf DMX gewünscht ist, sollte RDM im Webinterface deaktiviert werden. Das reduziert Busunterbrechungen durch RDM-Kommunikation und macht den Node für reine Lichtausgabe reaktionsschneller.

5.6 Ergänzung ab Firmware v1.90

Ab Firmware v1.89 prüft der Node nach erfolgreicher WLAN-Verbindung eine kleine JSON-Datei auf dem Server. Ab Firmware v1.90 wurde die Update-Migration stabilisiert. Die Prüfung dient nur zur Information des Kunden. Es wird keine Firmware automatisch geladen und kein automatisches OTA-Update durchgeführt. Die verwendete Versionsdatei liegt unter:

https://www.ulrichradig.de/firmware/wlan_rdm_node.json

Beispielinhalt der Versionsdatei:

```
{
  "product": "ESP32 WLAN RDM DMX Node",
  "latest_version": "1.96",
  "update_url": "https://www.ulrichradig.de/home/uploads/File/WLAN_ART_NET/ESP_WEB_PROG/index.html",
  "message": "Neue Firmware verfügbar."
}
```

Wichtig: Der Node öffnet keinen Download und lädt keine ZIP- oder BIN-Datei selbstständig herunter. Im Webinterface wird nur ein Hinweis mit Link zur Flash-Webseite angezeigt. Der Kunde führt das Update weiterhin kontrolliert über den Browser und USB durch.

Eigener MAC-Adressbereich

Ab Firmware v1.89 verwendet der Node für WLAN, Art-Net-Report und RDM-UID den eigenen MAC-Adressbereich von Radig Hard & Software:
70:B3:D5:FA:F0:00 bis 70:B3:D5:FA:FF:FF

Die unteren 12 Bit werden aus der werksseitigen Espressif-MAC übernommen. Dadurch bleibt jedes Gerät eindeutig, die sichtbare MAC-Adresse liegt aber im eigenen Adressbereich. Die MAC wird einmalig vor dem WLAN-Start gesetzt und danach auch für Art-Net und RDM verwendet.

Hinweis: Wenn in älteren Art-Net-Tools noch eine alte MAC-Adresse angezeigt wird, sollte die Node-Liste neu aufgebaut oder der Controller neu gestartet werden. Einige Programme cachen ArtPollReply-Daten.

Update-Hinweis ab v1.90: Beim Update von älteren Firmwareständen, insbesondere v1.85, werden die gespeicherte WLAN-Konfiguration und die Art-Net-Konfiguration einmalig zurückgesetzt. Der Node startet danach wieder im Access-Point-Modus. Der Kunde muss das WLAN neu einrichten. Dieser Schritt verhindert, dass alte NVS-Daten aus früheren Versionen die Erreichbarkeit des Nodes stören.

5.7 Ergänzung ab Firmware v1.93

Ab Firmware v1.91 bis v1.96 wurde die WLAN-Betriebsart erweitert und stabilisiert. Der Node kann wahlweise im STA-Modus an einem vorhandenen Router betrieben werden oder als eigenständiger AP/Router-Modus ein eigenes WLAN bereitstellen. Der AP/Router-Betrieb ist für den produktiven Einsatz vorgesehen und nicht nur für die Ersteinrichtung.

WLAN-Betriebsarten

STA-Modus: Der Node verbindet sich mit einem vorhandenen Router. SSID und Passwort werden im Konfigurationsmenü eingetragen. Im Menü wird diese Betriebsart als "STA: mit Router verbinden" angezeigt.

AP/Router-Modus: Der Node stellt ein eigenes WLAN bereit. SSID und Passwort können im Konfigurationsmenü festgelegt werden. Das Passwort muss mindestens 8 Zeichen lang sein. In dieser Betriebsart läuft der Node ohne externen Router.

Setup-Modus: Wenn keine gültige Konfiguration vorhanden ist oder die WLAN-Konfiguration zurückgesetzt wurde, startet der Node weiterhin mit dem offenen Einrichtungsnetz "ArtNet-Node". Dieses Netz dient nur zur Einrichtung.

Art-Net im AP/Router-Modus

Im AP/Router-Modus nutzt der Node für den produktiven Betrieb das Art-Net-kompatible Netz 2.0.0.x. Der Node selbst ist unter `http://2.0.0.1` erreichbar. Ein verbundener Controller erhält per DHCP eine Adresse aus diesem Netz, z. B. 2.0.0.2.

ArtDmx-Pakete werden im AP/Router-Modus auf UDP-Port 6454 empfangen und direkt als DMX512 ausgegeben. Damit ist DMX-Ausgabe auch ohne vorhandenen WLAN-Router möglich.

Art-Net Discovery im AP/Router-Modus

Ab Firmware v1.93 wird ArtPoll im AP/Router-Modus korrekt beantwortet. Der ArtPollReply wird direkt per Unicast an den anfragenden Controller zurückgesendet. Ab Firmware v1.96 begrenzt ein PollReply-Rate-Limit sehr schnelle ArtPoll-Serien. Das reduziert die UDP-/lwIP-Pufferlast im ESP32-SoftAP und stabilisiert die Erkennung in Programmen wie DMX Workshop.

Hinweis: Nach dem Umschalten in den AP/Router-Modus muss sich der PC oder Controller neu mit dem Node-WLAN verbinden. Die Adresse muss anschließend im Bereich 2.0.0.x liegen. Wenn noch eine alte 192.168.4.x-Adresse verwendet wird, ist die Verbindung nicht im produktiven AP/Router-Betrieb aktiv.

5.8 Ergänzung ab Firmware v1.95/v1.96

Versionsprüfung nur im STA-Modus

Ab Firmware v1.95 wird die Firmware-Versionsprüfung nur noch im STA-Modus mit aktiver Internetverbindung ausgeführt. Im AP/Router-Modus werden keine DNS- oder HTTPS-Anfragen gestartet. Art-Net, DMX-Ausgabe, Webinterface und RDM arbeiten lokal weiter.

PollReply Rate-Limit gegen Poll-Spam

Ab Firmware v1.96 begrenzt ein PollReply-Rate-Limit sehr schnelle ArtPoll-Serien. Dadurch wird verhindert, dass Poll-Spam den UDP-/lwIP-Puffer des ESP32-SoftAP unnötig belastet. Das Rate-Limit hat keinen Einfluss auf ArtDmx-Daten; DMX-Frames werden weiterhin direkt nach Empfang verarbeitet und ausgegeben.

6 Protokolle

6.1 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
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 entspricht Universum 0 (Standard).

6.2 DMX512

DMX512 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

DMX-Frame Struktur:

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

6.3 RDM (Remote Device Management)

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	Geräteiname
IDENTIFY_DEVICE	0x1000	Gerät identifizieren (Blinken)
SUPPORTED_PARAMETERS	0x0050	Unterstützte PIDs

7 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

Software / Gerät	Version	Status
MA2 onPC	3.x	✓ Kompatibel
Resolume Avenue	7.x	✓ Kompatibel
Madrix	5.x	✓ Kompatibel
Chamsys MagicQ	aktuell	✓ Kompatibel

Alle 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.

8 Bekannte Einschränkungen

Einschränkung	Details
1 Universum	Ausschließlich ein DMX-Universum. Mehrere Universen erfordern mehrere Nodes.
Kein Ethernet	Verbindung nur über WLAN. Bei instabilem WLAN kann es zu DMX-Aussetzern kommen.
Kein OTA	Firmware muss über USB und die Flash-Webseite geflasht werden. Der Node zeigt ab v1.89 nur einen Update-Hinweis an und verweist auf die Flash-Webseite; es erfolgt kein automatischer Download und kein automatisches OTA-Update. Ab v1.90 wird beim Update von älteren Firmwareständen die relevante NVS-Konfiguration einmalig zurückgesetzt.
WLAN-Latenz	Typisch 2–10 ms. Stabiles 2,4 GHz Netzwerk mit geringer Last empfohlen.
AP+STA gleichzeitig	Nicht als produktive Dauerbetriebsart vorgesehen. Der Setup-Modus kann intern kurzzeitig AP+STA nutzen. Der normale Betrieb erfolgt entweder als STA an einem Router oder als eigenständiger AP/Router-Modus.
RDM und DMX-Buszeit	Bei aktiviertem RDM kann der DMX-Bus kurzzeitig für RDM-Kommunikation genutzt werden. Für maximale Art-Net-zu-DMX-Reaktion kann RDM im Webinterface deaktiviert werden.

Versionsprüfung nur im STA-Modus

Der Update-Hinweis wird nur im STA-Modus mit Internetverbindung geprüft. Im AP/Router-Modus wird die Prüfung übersprungen; Art-Net, DMX, RDM und Webinterface arbeiten lokal weiter.

9 Versionshistorie

Version	Datum	Änderungen
v1.96	05.2026	PollReply Rate-Limit gegen Poll-Spam ergänzt. Discovery im AP/Router-Modus weiter stabilisiert und UDP-/lwIP-Pufferlast im ESP32-SoftAP reduziert.
v1.95	05.2026	Firmware-Versionsprüfung läuft nur noch im STA-Modus mit Internetverbindung. Im AP/Router-Modus werden keine unnötigen DNS/TLS-Anfragen mehr gestartet.
v1.93	05.2026	Discovery im AP/Router-Betrieb stabilisiert. ArtPollReply wird im SoftAP-Betrieb direkt per Unicast an den anfragenden Controller gesendet. Dadurch wird die Node-Erkennung im eigenen Node-WLAN verbessert.
v1.92	05.2026	Art-Net Empfang und DMX-Ausgabe im AP/Router-Betrieb korrigiert. Produktives AP-Netz auf 2.0.0.x umgestellt; Node ist unter 2.0.0.1 erreichbar, Controller erhalten per DHCP z. B. 2.0.0.2.
v1.91	05.2026	WLAN-Konfiguration erweitert: STA-Modus mit Router und Passwort sowie AP/Router-Betriebsmodus mit eigener SSID und Passwort. Menütext auf "STA: mit Router verbinden" angepasst.
v1.90	05.2026	Stabilisierte Update-Migration von älteren Firmwareständen, insbesondere

		v1.85. WLAN-Konfiguration und Art-Net-Konfiguration werden einmalig aus dem NVS gelöscht, damit der Node wieder sicher im Access-Point-Modus startet. Kunden müssen das WLAN nach dem Update neu einrichten.
v1.89	05.2026	Eigener MAC-Adressbereich 70:B3:D5:FA:F0:00 bis 70:B3:D5:FA:FF:FF für WLAN, Art-Net-Report und RDM-UID. Firmware-Versionsprüfung über Server-JSON. Update-Hinweis im Webinterface mit Link zur Flash-Webseite, ohne automatischen Download.
v1.88	05.2026	Firmware-Update-Prüfung stabilisiert: größerer Task-Stack für HTTPS/mbedtls, JSON-Puffer in den Heap verschoben.
v1.87	05.2026	Eigene MAC-Adresse aus Radig-MAC-Bereich vorbereitet; untere 12 Bit aus der Espressif-Werks-MAC übernommen.
v1.85	05.2026	RDM im Webinterface aktivierbar/deaktivierbar, Einstellung dauerhaft in NVS gespeichert. DMX-Ausgabe eventgesteuert nach ArtDmx-Empfang, Refresh bleibt als Fallback aktiv.
v1.84	05.2026	Optimierte Art-Net-zu-DMX-Ausgabe: feste Zusatzpause entfernt, aktive DMX-Kanallänge aus ArtDmx übernommen, WLAN-Powersave deaktiviert, Art-Net Empfangsschleife entschlackt.
v1.83	04.2026	Aktueller Softwarestand. WiFi Scan-Bug gefixt, interner Pull-Up GPIO5 aktiviert, Versionsanzeige im Webinterface-Footer. Stabil und produktionsreif.
v1.79	03–04.2026	RDM Forward und Discovery vollständig implementiert. DMX Workshop kompatibel.
v1.7x	2024–2025	Iterative Verbesserungen: RDM-Stabilität, Webinterface-Überarbeitung, NVS-Konfiguration.
v1.0	12.2023	Erste funktionsfähige Version: Art-Net Empfang, DMX-Ausgabe, WLAN.

10 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
Firmware	v1.96