



# WENC2

Installations- und Inbetriebnahmeanleitung



Dokumentversion: 2.0 — März 2026

ionia automation technologies

[ionia-automation.com](http://ionia-automation.com)

# WENC2 Installations- und Inbetriebnahmeanleitung

Diese Anleitung richtet sich an den Automatisierungstechniker, der das drahtlose WENC2-Encoder-Übertragungssystem vor Ort installiert, in Betrieb nimmt und wartet. Sie gilt für alle Modelle (MONO, DUO, TRI).

## 1. Systemübersicht

WENC2 ist ein Zwei-Geräte-System, das inkrementelle Quadratur-Encodersignale vom rotierenden oder bewegten Teil einer Maschine drahtlos im 5-GHz-Band zur stationären Seite überträgt. **TX** wird auf der rotierenden Seite installiert und liest den Encoder aus; **RX** wird auf der stationären Seite installiert und erzeugt dieselben Signale als echte Quadratur-Ausgänge neu. Aus Sicht des Antriebs sieht RX wie ein physikalisch angeschlossener Encoder aus — auf der Antriebsseite ist keine Hardware- oder Softwareänderung erforderlich.

### Modelle

Modell	Kanäle	Aktive Klemmen
<b>WENC2-MONO</b>	1	ENC0
<b>WENC2-DUO</b>	2	ENC0 + ENC1
<b>WENC2-TRI</b>	3	ENC0 + ENC1 + ENC2



### Wichtigste elektrische Eigenschaften

Eigenschaft	Wert
Versorgung (TX und RX)	10–30 V DC
Encoder-Versorgungsausgang (TX Klemme 3)	+23,5 V gefiltert
Encoder-Eingang (TX)	Inkremental-Quadratur A/B/~A/~B, 2- oder 4-adrig, optisch isoliert
Encoder-Ausgang (RX)	HTL 24 V, mit Überstrom- und Kurzschlusschutz
Motor-Drehzahlbereich	0–3600 U/min @ 1024-ppr-Encoder
Betriebstemperatur	-20 °C ... +60 °C

**Wichtig:** Der vollständige Encoder-Ausgang von RX wird nur im **normalen Betriebsmodus** erzeugt. Im Servicemodus wird der Ausgang etwa alle **100 ms** (Status-Update) aktualisiert,

ist jedoch **nicht für den Closed-Loop-Betrieb geeignet**. Der Antrieb kann den Encoder im Servicemodus nicht zuverlässig verfolgen.

## 2. Verdrahtung

### 2.1 TX — Motorseite

Klemme	Funktion	Modell
1	+24V Versorgungseingang	Alle
2	GND	Alle
3	+23,5V Encoder- Versorgung	Alle
4	GND (Encoder)	Alle
<b>5</b>	<b>ENC0.A</b>	Alle
6	ENC0./A	Alle
<b>7</b>	<b>ENC0.B</b>	Alle
8	ENC0./B	Alle
<b>9</b>	<b>ENC1.A</b>	DUO, TRI
10	ENC1./A	DUO, TRI
<b>11</b>	<b>ENC1.B</b>	DUO, TRI
12	ENC1./B	DUO, TRI
<b>13</b>	<b>ENC2.A</b>	TRI
14	ENC2./A	TRI
<b>15</b>	<b>ENC2.B</b>	TRI
16	ENC2./B	TRI

### 2.2 RX — Antriebsseite

Klemme	Funktion	Modell
1	+24V Versorgungseingang	Alle
2	GND	Alle
3	GND	—
<b>4</b>	<b>ENC0.A</b>	Alle
5	ENC0./A	Alle
<b>6</b>	<b>ENC0.B</b>	Alle
7	ENC0./B	Alle
8	GND	—
<b>9</b>	<b>ENC1.A</b>	DUO, TRI
10	ENC1./A	DUO, TRI
<b>11</b>	<b>ENC1.B</b>	DUO, TRI
12	ENC1./B	DUO, TRI
<b>13</b>	<b>ENC2.A</b>	TRI
14	ENC2./A	TRI
<b>15</b>	<b>ENC2.B</b>	TRI
16	ENC2./B	TRI

Die RX-Ausgänge liegen auf **HTL-Pegel (24 V)** und werden direkt an den Encoder-Eingang des Antriebs angeschlossen. Am Antrieb wird der Encoder-Typ auf **HTL / Push-Pull** eingestellt, die Signalwahl auf **nur A/B** (Z / Index wird nicht verwendet); der PPR-Parameter wird auf den **PPR-Wert des Feld-Encoders** eingetragen.

## 2.3 Encoder-Anschlussarten

**4-adrig (differenziell) — empfohlen.** A, /A, B, /B sind alle angeschlossen. Höchste Störfestigkeit.

**2-adrig (Single-ended).** Nur A und B sind angeschlossen:

- **Auf der TX-Seite** werden die Klemmen /A und /B **auf GND gebrückt** (andernfalls floatet der TX-Eingang und liest instabil).
- **Auf der RX-Seite keine Brücke** — /A und /B sind die von RX erzeugten differentiellen Komplementär-Ausgänge.

**Quadratur-Integrität ist zwingend erforderlich.** Die interne Fehlerkorrektur, die genaue Zählung und die Störunterdrückungs-Hardware sowie -Algorithmen erfordern, dass A- und B-Signale zusammen gelesen werden. **Impulse nur von A oder nur von B können nicht allein genutzt oder übertragen werden.**

## 2.4 Parametrierung auf der Antriebsseite

Beim Konfigurieren der Encoder-Schnittstelle am Antrieb:

Parameter	Wert
Encoder-Typ	HTL / Push-Pull (24 V)
Signalauswahl	A/B (Quadratur); <b>der 4-adrige Ausgang steht zur Verfügung und ist störunempfindlicher.</b> Falls gewünscht, ist 2-adriger Betrieb mit unbenutzten /A, /B zulässig — offene Enden sind kein Problem
PPR / CPR	Der PPR-Wert des Feld-Encoders (WENC2 ist transparent und ändert ihn nicht)
Richtung	Wie vom Prozess gefordert; bei falscher Drehrichtung A-B tauschen oder die Richtung im Antriebsparameter umkehren

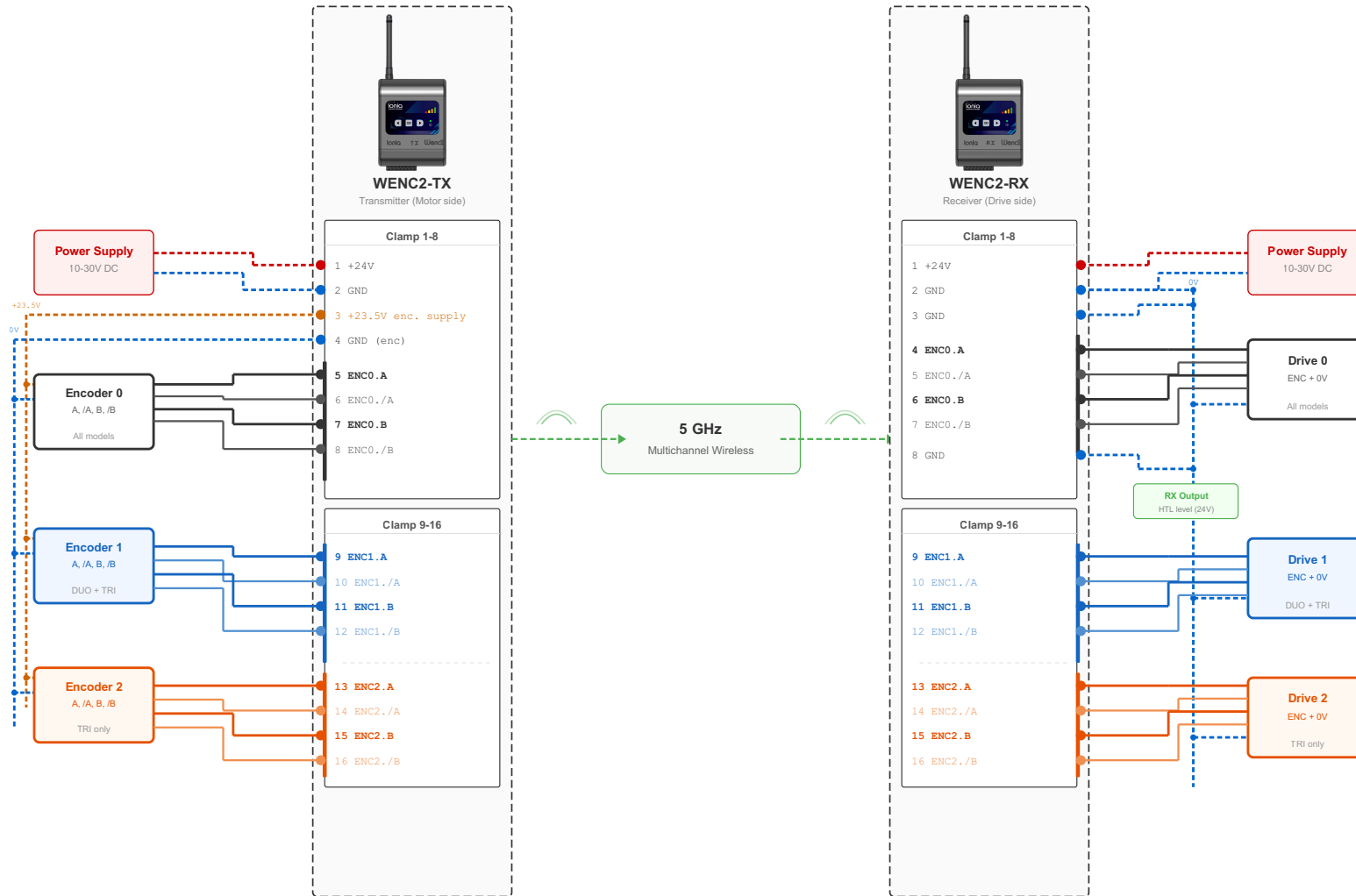
**Farbcode: Schwarz** ENC0 (alle Modelle) · **Blau** ENC1 (DUO + TRI) · **Orange** ENC2 (nur TRI).

Verdrahten Sie die Adern in den Farben entsprechend Ihrem Modell; die anderen bleiben unbelegt.

# 2.5 Verdrahtungsschema

## WENC2 System Wiring Diagram

All models (MONO / DUO / TRI) — Connect according to color code



### Connection by Model:

■ **MONO:** Black cables only (ENC0)

■ **DUO:** Black + blue (ENC0 + ENC1)

■ **TRI:** Black + blue + orange (ENC0 + ENC1 + ENC2)

--- +24V supply

--- 0V (GND)

--- +23.5V enc. supply

\* 2-wire encoder: On TX side, bridge /A and /B clamps to GND (no bridging on RX side)

ionia Automation technologies

## 3. Montage

---

### 3.1 TX — Rotierende Seite

- TX wird auf dem Motor oder der rotierenden Plattform **so nahe wie möglich am Encoder** montiert. Das Encoderkabel kurz halten.
- Die TX-Antenne muss **außerhalb eines Metallgehäuses** bleiben. Ein geschlossener Metallkasten dämpft 5-GHz-Signale erheblich.
- Wenn die rotierende Seite über einen Schleifring versorgt wird, überträgt der Schleifring nur die TX-Versorgungsleitungen (+24 V / GND) — keine Encodersignale darüber.
- An Stellen mit Vibrationen das Kabel so sichern, dass die Last nicht auf die Steckverbinder übertragen wird.

### 3.2 RX — Stationäre Seite

- RX wird im Schaltschrank oder in der Nähe des Antriebs montiert.
- Bei **metallischem** Schaltschrank die RX-Antenne außerhalb des Schaltschranks platzieren (Schrank mit Kunststofffenster oder Antenne nach außen geführt).
- TX- und RX-Antennen werden so positioniert, dass sie **einander sehen**; auf der Sichtlinie sollten keine großen Metallhindernisse sein.
- **In Metallgehäuse-Systemen wie Bunchern muss RX ebenfalls innerhalb des Gehäuses platziert werden** — der Faraday-Effekt der Außenhülle blockiert das Signal; RX im selben elektromagnetischen Volumen zu halten, hält die Verbindung gesund.

### 3.3 Erdung und Verkabelung

- TX- und RX-GND sowie der Encoder-GND des Antriebs werden an eine **gemeinsame Referenz** angeschlossen.
- Das Encoderkabel sollte ein **geschirmtes, verdrehtes Paar** sein. Den Schirm nur an einem Ende (empfohlen: RX / Schrankseite) an Masse anbinden.
- Bei langen Versorgungsleitungen eine separate Sicherung verwenden, aber den GND mit dem Antrieb gemeinsam halten.
- Das Encoderkabel so weit wie möglich von Leistungskabeln, VFD-Ausgängen und Frequenzumrichtern verlegen.

#### 3.3.1 Versorgungsisolation — Kritisch

Es ist für die Prozess- und Systemgesundheit wichtig, dass die 24-V-DC-Versorgung **galvanisch isoliert** von Erde, Phase und Neutralleiter ist.

Schlecht isolierte Netzteile sind auf dem Markt verbreitet — ein typisches Symptom ist eine Messung von **~90 V AC zwischen Erde und +24 V oder 0 V (DC GND)**. Diese Art von Versorgung:

- Verursacht nicht behebbare Störungen auf den Encoderleitungen.
- Kann dauerhaften elektronischen Defekt verursachen (kumulativer ESD-ähnlicher Schaden).

**Das ideale System: 220 V AC** über den Schleifring zur rotierenden Seite führen, auf der rotierenden Seite einen **Trenntransformator** platzieren und danach ein Netzteil **220 V AC → 24 V DC** verwenden. Dies verhindert, dass Hochspannungsüberschläge durch

Kohlenstoffverschmutzung am Schleifring, Störungen und Erdschleifenstörungen in die Encoderleitung propagieren.

### 3.4 Entfernung und Sichtverbindung

- Typische Arbeitsentfernung reicht von einigen Metern bis zu mehreren Dutzend Metern; solange die Sichtlinie frei ist, zählt **die Abwesenheit von Hindernissen** mehr als die Entfernung selbst.
- Betonwände, Metallgehäuse und Schaltschranktüren sind starke Dämpfer bei 5 GHz.
- Unter günstigen Bedingungen wurden erfolgreiche Kommunikationsstrecken **über 50 Meter** hinaus erreicht; jedoch können Umgebungsvariablen (Metalldichte, andere RF-Quellen, Wände) diese Entfernung merklich verkürzen.
- Zur Verifizierung verwenden Sie den **Signalstärken-Messer** in der Servicemodus-Web-UI — führen Sie bei der Inbetriebnahme eine Messung durch, um zu bestätigen, dass die Entfernung/Platzierung ausreichend ist.

## 4. Erstinbetriebnahme

---

Fabrikneue Geräte sind ungekoppelt und starten beim Einschalten automatisch im Servicemodus.

### 4.1 Schritt für Schritt

1. Verdrahtung und Erdung überprüfen.
2. TX und RX mit Versorgung verbinden. Beide Geräte wechseln automatisch in den Servicemodus (LED: Knight-Rider-Animation).
3. Mit Tablet oder Telefon mit dem WiFi-Netzwerk verbinden:
  - **SSID:** WENC\_XXXXXX (die letzten 6 Zeichen sind die letzten 3 Bytes der Geräte-MAC)
  - **Passwort:** 12345678 (Standard)
  - **Mobile Daten am Telefon deaktivieren** — für die WiFi-Priorität.
4. `http://192.168.10.1` im Browser öffnen. Die RX Web-UI wird geladen.
5. **"Geräte scannen"** drücken. TX erscheint in der Liste (MAC, Encoderkanäle, Signalstärke).
6. **"Koppeln"** drücken und bestätigen. LEDs: Füllung von unten → 3× Blink → Dauerlicht — Kopplung erfolgreich.
7. **"Zurück zum normalen Betrieb"** drücken. Beide Geräte starten neu und wechseln in den normalen Betrieb.

### 4.2 Verifizierung auf der Antriebsseite

1. Die Encoder-Schnittstelle am Antrieb muss als HTL (24 V) mit der korrekten PPR konfiguriert sein (siehe §2.4).
2. Den Motor manuell oder langsam drehen. Der Encoderzähler am Antrieb sollte zu- oder abnehmen.
3. **Wenn die Drehrichtung umgekehrt ist** — drei Optionen:
  - Drehrichtung im Antriebsparameter umkehren (bevorzugt), **oder**
  - Bei 4-adrigem Anschluss einfach **A und /A tauschen** (am praktischsten — zwei Aderntausch), **oder**
  - Auf der TX-Seite ENC.A und ENC.B tauschen (bei 2-adrigem Anschluss diese Methode verwenden).
4. **Wenn die Position zwischen +1 / -1 oszilliert**, ist die Verdrahtung fehlerhaft (siehe §7).

5. Vor Produktionslast bestätigen, dass der Encoderausgang stabil ist (keine Oszillation der RPM unter konstanter Last).

### 4.3 PPR-/RPM-Anwendungsbereich

WENC2 arbeitet **transparent** mit dem Antrieb — es leitet das, was vom Encoder kommt, unverändert weiter. Der Systembereich ist über **3600 RPM @ 1024 ppr** definiert (Impulsbandbreite).

Andere PPR-Werte können verwendet werden; die obere RPM-Grenze skaliert invers mit der Impulsrate:

Encoder-PPR	Obere RPM-Grenze (ca.)
1024	3600
512	7200
2048	1800

Bei Encoder-Änderung wird nur der **PPR- / Pulszahl-Parameter am Antrieb** aktualisiert; auf der WENC2-Seite ist keine Änderung erforderlich.

## 5. Servicemodus

Der Servicemodus wird für Kopplung, Web-UI-Überwachung, Geräteeinstellungen und OTA-Updates verwendet. Im Servicemodus wird der **RX-Encoder-Ausgang nicht erzeugt** (aus Sicherheitsgründen).

### 5.1 Servicemodus aktivieren (3 Wege)

Methode	Wie
<b>Automatisch</b>	Ein ungekoppeltes Gerät (werksneu oder nach einem Werksreset) bootet beim Einschalten direkt in den Servicemodus
<b>Taster</b>	Mit ausgeschalteter Versorgung den Taster gedrückt halten und einschalten; <b>nach 2 s loslassen</b> (LED bestätigt mit 2× schnellem Blinken)
<b>Remote</b>	Wenn RX bereits im Servicemodus ist, bringt die Schaltfläche " <b>TX-Partner in Servicemodus setzen</b> " in der Web-UI TX drahtlos in den Servicemodus

**Der Taster wirkt nur während des Einschaltens.** Ein Drücken im normalen Betrieb bewirkt nichts.

### 5.2 Werksreset

Wird beim Einschalten der Taster **30 Sekunden lang** gedrückt gehalten:

- Die LEDs blinken 6× schnell
- Alle Einstellungen werden gelöscht (Kopplung, Geräteiname, AP-Passwort)
- Das Gerät kehrt in den Werkszustand zurück und startet im Servicemodus neu

## 5.3 Funktionen der Web-UI

**Bei jeder Inbetriebnahme öffnen.** Die Web-UI zeigt auf einem einzigen Bildschirm Live-Encoderdaten, Signalqualitätsmessung, A/B-Signaldiagnose und Systemdiagnose — die physikalische Verdrahtungsprüfung, die Drehrichtungsprüfung und die Entfernungs-/Platzierungsbewertung werden alle hier durchgeführt. Die Inbetriebnahme gilt erst als abgeschlossen, wenn auf die Web-UI zugegriffen wurde.

Funktion	Beschreibung
Encoder-Überwachung	Live-Drehanimation, RPM/Hz, Richtung (CW/CCW/Stop), Positionszähler
A/B-Signaldiagnose	A- und B-Signalanzeigen pro Kanal (grün = Signal vorhanden, rot = Signal fehlt). Kabelfehlererkennung
Signalstärke	Balken + dBm + Qualität + Paketverlustrate
Systeminfo	TX/RX-Temperatur, Neustartzähler, Firmware-Version, MAC
Mich finden	Blinkt die TX- und RX-LEDs ~5 s lang — physische Ortung
TX-Servicemodus	Versetzt TX remote in den Servicemodus
Entkoppeln	Löscht die Kopplung auf beiden Geräten
Normaler Betrieb	Startet beide Geräte neu und versetzt sie in den Normalmodus
OTA-Update	RX- und TX-Firmware-Upload (Modellkompatibilität geprüft)
Geräteeinstellungen	Gerätenamen und AP-Passwort ändern

# Web-UI-Bildschirme

Inbetriebnahme und Wartung erfolgen vollständig über die Web UI. Die wichtigsten Bereiche jedes Bildschirms sind unten gekennzeichnet.

**WENC2 Receiver Service Mode - Build: 280416142543**

RSSI + Qualität (dBm + Balken)

**Gekoppelter Sender**  
MAC-Adresse des Senders

**Geräte suchen**  
Listet Sender im Servicemodus

**Live-Encoder**  
U/min · Frequenz · Position (64 Bit)

**Mich finden**  
LEDs blinken zur Lokalisierung

**TX in Servicemodus**  
TX aus der Ferne in Servicemodus

**Hauptbildschirm** — Signalqualität, TX-Kopplung, Live-Encoderdaten (U/min · Frequenz · Position), Servicemodus-Steuerung.

**Return to Normal Operation**

**ENCODER POWER / CABLE CHECK**

**Kabel/Versorgungswarnung**  
Automatische Warnung ohne Signal

**Kanalübersicht**  
A/B-Status pro Encoder

**A/B Diagnose**  
Grün: Signal - Rot: kein Signal

**Frequenz · Position**  
Live Hz und Zählerwert

**Signalstärke**  
RSSI - Paketverlust %

**AP-Einstellungen**  
Geräte-Name + WLAN-Passwort

**A/B Signaldiagnose** — A/B-Status pro Kanal (Kabel/Versorgung), Paket- und Verluststatistiken.

**System**

**Speichern**  
Nach Reset aktiv

**Temperatur**  
RX und TX (°C)

**Neustart-Zähler**  
Schleifring-Wartungsverfolgung

**Geräte-Identität**  
RX/TX MAC-Adressen

**Firmware-Version**  
Build-Datum + Zeit-Kennung

**RX Firmware Update**

**RX OTA**  
RX-Firmware-Update

**TX Firmware Update**

**TX OTA (RX Proxy)**  
Drahtlose TX-Firmware-Übertragung

**System und OTA** — RX/TX-Firmware-Update, Neustart-Zähler (Schleifring-Wartung), Geräte-Identität.

## 5.4 Neu koppeln

1. RX in den Servicemodus versetzen (Taster oder Web-UI).
2. In der Web-UI "**Entkoppeln**" drücken.
3. Beide Geräte werden zurückgesetzt und kommen im Servicemodus zurück.
4. Die Schritte in §4.1 wiederholen.

## 5.5 Geräteeinstellungen

Einstellung	Beschreibung	Standard
Gerätename	In der WiFi-SSID angezeigter Name	MAC-Adresse (letzte 3 Bytes)
AP-Passwort	WiFi-Access-Point-Passwort (min. 8 Zeichen)	12345678

Einstellungen sind persistent — über Neustarts hinweg erhalten. Ein Werksreset stellt die Standardwerte wieder her.

## 6. Feldwartung

---

### 6.1 LED-Anzeige im Normalbetrieb

Im Normalmodus zeigen die 4 LEDs auf RX die Verbindungsqualität an:

LED-Anzahl	Bedeutung
4	Ausgezeichnetes Signal
3	Starkes Signal
2	Mäßiges Signal
1	Schwaches Signal
0	TX nicht gefunden (keine Verbindung)

Wenn kein Signal vorhanden ist, bleiben die LEDs aus — dies ist normal (TX aus, zu weit entfernt oder blockiert).

### 6.2 Neustartzähler — Schleifring-Wartungsverfolgung

**Der Neustartzähler wurde speziell hinzugefügt, um momentane Versorgungsabfälle und -wiederherstellungen zu erkennen** — er ist das primäre Diagnosewerkzeug für die Fehlerbehebung. Wenn die rotierende Seite über einen Schleifring gespeist wird, verursacht der Verlust des Bürsten-Ring-Kontakts momentane Stromunterbrechungen, die das Gerät neu starten. Die "Systeminfo"-Seite der Web-UI zeigt die TX- und RX-Neustartzähler.

- **Hohe Neustartanzahl** → schlechter Kontakt → Wartung erforderlich.
- **TX- vs. RX-Unterscheidung:**
  - Hoher **TX**-Neustartanstieg → schlechter Schleifringkontakt auf der **Motorseite** (Bürstenverschleiß, Ringoxidation).

- Hoher **RX**-Neustartanstieg → Versorgungsproblem auf der **Antriebsseite** (lose Klemme, Sicherung, Netzteil).
- Die Zähler bei der Inbetriebnahme als **Referenzwert** aufzeichnen; periodisch (z. B. monatlich) prüfen, um die Anstiegsrate zu verfolgen.

### 6.3 Empfohlene periodische Prüfungen

Intervall	Aktion
Monatlich	Web-UI → Signalstärke und Neustartzähler prüfen
Vierteljährlich	Visuelle Inspektion des Schleifring-Bürstenverschleißes
Jährlich	Klemmenanzug prüfen, Kabelisolation überprüfen

## 7. Fehlerbehebung

Symptom	Wahrscheinliche Ursache — Lösung
Keine LEDs leuchten	Keine Versorgung. 10–30 V DC prüfen. Im Normalmodus bleiben die LEDs aus, wenn kein Signal vorhanden ist — dies ist normal
Servicemodus kann nicht aktiviert werden	Taster <b>vor dem Einschalten</b> halten; warten, bis die LED-Blink-Sequenz erscheint. Ein ungekoppeltes Gerät befindet sich bereits im automatischen Servicemodus
WiFi-Netzwerk nicht sichtbar	Ist RX im Servicemodus? (Knight-Rider-Animation). In den WiFi-Einstellungen des Betriebssystems nachsehen, nicht im Browser
Web-UI öffnet sich nicht	Sicherstellen, dass Sie mit dem korrekten SSID verbunden sind (Präfix WENC_). Mobile Daten am Telefon deaktivieren. <a href="http://192.168.10.1">http://192.168.10.1</a> (nicht HTTPS)
"Geräte scannen" listet TX nicht	Ist TX eingeschaltet und im Servicemodus? Gibt es ein Metallgehäuse / eine Wand zwischen TX und RX? Haben die Antennen Sichtverbindung?
Kopplung schlägt fehl	Beide Geräte müssen im Servicemodus sein. Bei sehr schwachem Signal die Geräte näher zusammenbringen
Encoder dreht sich, aber keine Zählung am Antrieb	RX-Ausgangs-Verdrahtung fehlerhaft. Wenn RX im Servicemodus ist, wird kein Ausgang erzeugt — zum Normalbetrieb zurückkehren
Falsche Drehrichtung am Antrieb	Drehrichtungsparameter am Antrieb umkehren; <b>oder</b> bei 4-adrigem Anschluss A mit /A tauschen (am praktischsten); <b>oder</b> bei 2-adrigem Anschluss auf der TX-Seite ENC.A mit ENC.B tauschen
Position oszilliert zwischen +1 / -1	Encoder-Verdrahtungsfehler. A/B/~A/~B-Verbindungen prüfen. Wurde bei 2-adrigem Anschluss /A, /B auf TX-Seite auf GND gebrückt?
A/B-Diagnose — alle Punkte rot	Keine Encoder-Versorgung (TX Klemme 3 → Encoder +, Klemme 4 → Encoder GND) <b>oder</b> /A, /B → GND-Brücke auf TX-Seite bei 2-adrigem Anschluss vergessen
Punkte ändern sich nicht beim Drehen des Encoders	Das jeweilige Signalkabel ist unterbrochen. A- oder B-Leitung prüfen
Punkte eines Kanals rot, die anderen normal	Verdrahtung dieses Kanals oder den Encoder selbst prüfen
Häufige Neustarts	Neustartzähler vergleichen (§6.2). Hoher <b>TX-Anstieg</b> → Schleifring-Wartung; hoher <b>RX-Anstieg</b> → Versorgung auf Antriebsseite prüfen
Gerät funktioniert nicht nach OTA	60 Sekunden warten — das Gerät führt einen automatischen Rollback auf die vorherige Version aus. Dann mit der korrekten Modell-Firmware erneut versuchen

## 8. Referenz

---

### 8.1 LED-Animationstabelle

Zustand	Animation	Beschreibung
Boot — Taster ~1 s gehalten	2× schnelles Blinken	Servicemodus aktiviert
Boot — Taster 30 s gehalten	6× schnelles Blinken	Werksreset
Service — ungekoppelt	Knight Rider (D4↔D1)	Suche nach TX
Service — gekoppelt	Puls von der Mitte nach außen	Verbindung hergestellt
Kopplung erfolgreich	Füllung von unten → 3× Blink → Dauerlicht	Kopplung abgeschlossen
Normal — Signal	1-4 LEDs (Signalstärkebalken)	Verbindungsqualität
Normal — kein Signal	Alle aus	TX aus oder außer Reichweite
Mich finden	Alle LEDs blinken (~5 s, 200 ms an/aus)	Ausgelöst über Web-UI

### 8.2 Drahtlose Verbindung

Parameter	Wert
Band	5 GHz
Protokoll	Wi-Fi 6ax-lizenzkonformes robustes 5-GHz-Protokoll
Kanal	Automatischer Kanalwechsel
Topologie	Punkt-zu-Punkt, mit Peer-MAC-Authentifizierung

### 8.3 Web-UI-Zugang

Parameter	Wert
SSID	WENC_XXXXXX
AP-Passwort	12345678 (änderbar)
IP	192.168.10.1
Browser-URL	http://192.168.10.1

## 9. OTA-Update

---

### 9.1 RX-Update (direkt)

1. RX in den Servicemodus versetzen.
2. Im Web-UI den OTA-Bereich öffnen.
3. RX-Firmware-Datei ( `.bin` ) auswählen und hochladen.
4. Das System prüft automatisch die Modellkompatibilität (falsches Modell wird abgelehnt).
5. Nach Abschluss startet RX neu.

## 9.2 TX-Update (RX-Proxy)

Da TX keine direkte Kabelverbindung hat, erfolgt sein Update über RX:

1. Beide Geräte müssen im Servicemodus sein.
2. Im Web-UI den TX-OTA-Bereich öffnen.
3. TX-Firmware-Datei ( .bin ) auswählen und hochladen.
4. RX überträgt die Firmware drahtlos zu TX (Fortschrittsanzeige wird angezeigt).
5. Nach Abschluss startet TX neu.

## 9.3 Sicheres Update (Anti-Rollback)

- Firmware falschen Modells wird automatisch abgelehnt.
- Nach einem fehlgeschlagenen Update kehrt das Gerät **innerhalb von 60 Sekunden automatisch zur zuletzt funktionierenden Firmware zurück.**
- Dieser Mechanismus verhindert, dass fehlerhafte Firmware im Feld strandet.

---

© 2026 ionia automation technologies — Technische Änderungen vorbehalten.