Inhalt

1 Antennentuner und angekoppelter TRX in der Gesamtsicht 2
1.1 ATU – TRX-Kopplung 2
1.2 ATU Schnittstellen 3
1.3 ATU Bedienelemente und Funktionsweise 4
2 Betriebsarten Übersicht 5
2.1 Überprüfungen beim Einschalten des ATU 5
2.1.1 EEPROM-Daten 5
2.1.2 Kalibrierung des Kopplers 6
2.1.3 Remote Unit Kopplung 6
2.1.4 ATU-TRXCom Kopplung für die TRX-Frequenzübertragung 7
2.1.5 CW-Träger für das Tuning 7
2.1.6 Voreinstellung der Remote Unit auf die aktuelle TRX-Frequenz 9
2.2 Betriebsarten 10
3 Normalbetriebsarten 11
3.1 Automatische oder manuelle Antennenanpassung 12
3.1.1 "A", Automatic, automatische Antennenanpassung 13
3.1.2 "M", Manual, manuelle Antennenanpassung 15
3.2 Ansprechen der Remote Unit (Tuner) 16
4 Setup 17
5 Kalibrierung 20
5.1 Kalibrierung mit Koppler und TX (Option "with TX") 22
5.1.1 Low level Kalibrierung 23
5.1.2 High level Kalibrierung 23
5.2 Kalibrierung am AD8307-Modul ohne Koppler (Option "with TX") 24
5.3 Manuelle Eingabe der ADC-Werte (Option "by hand") 24
6 Auto Tuning 25
6.1 Funktionsweise 25
6.2 Auto Tuning Setup 29
7 Anhang 31
7.1 Verwendete Formeln 31
7.2 Setzen der Fuses vor dem Brennen 32
7.3 RS485-Protokoll 33
7.3.1 Controller ↔ Remote Unit 33
7.3.2 Controller ↔ ATU-TRX-Com 34
7.4 Kommunikation mit der Remote Unit prüfen 34
7.5 Programm-Updates 35

1 Antennentuner und angekoppelter TRX in der Gesamtsicht

Die hier vorgestellte Software-Version 4 des Antennentuners (ATU) wurde für die automatische Steuerung eines kommerziellen TRX, hier testweise ICOM IC-7610, neu konzipiert.

1.1 ATU – TRX-Kopplung

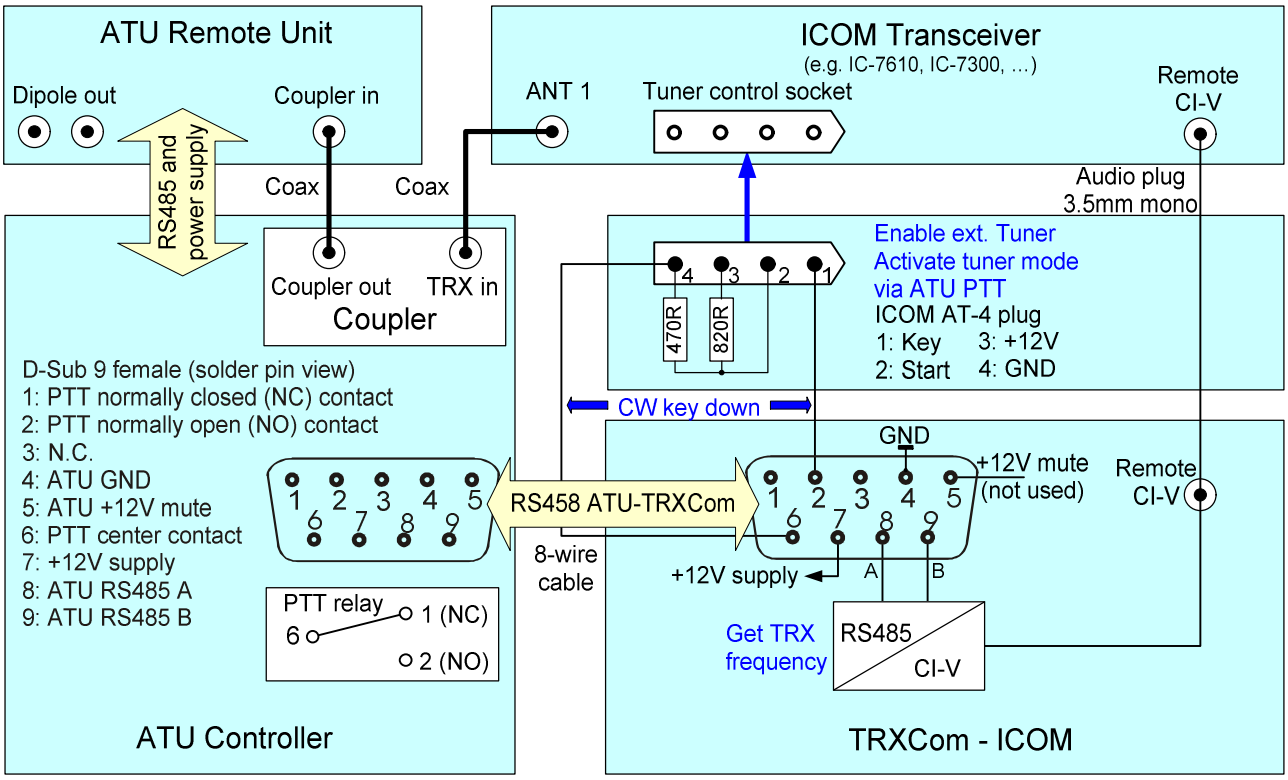


Abb. 1.1: Kopplung des ATU mit einem ICOM Transceiver.

Die TRX-Steuerung ist auf zwei Ebenen möglich, wobei die Verbindung im gezeigten Maximalausbau über ein 8-poliges Verbindungskabel an D-Sub9-Buchsen hergestellt wird.

1. **Umschalten des TRX auf CW mit verminderter Leistung**
   Für die Antennenanpassung veranlasst der ATU über das **PTT-Relais** den TRX, aus der aktuellen Betriebsart auf CW-Dauerstrich mit verminderter Leistung umzuschalten, bevor die Tuner-Relais in der Remote Unit zur Antennenanpassung angesprochen werden. Eine entsprechende Funktionalität sollte jeder moderne TRX neben ICOM von sich aus mitbringen.
   Diese Funktion ist obligatorisch.
   Das PTT-Relais schließt die Verbindung zwischen D-Sub Pin 1 und 6. Gegenstück an neueren ICOM-TRX (ab IC-706 und ab IC-7000) ist ein ICOM AT-4-Stecker (MOLEX-Bauart) am TRX Tuner Control Socket auf der Geräterückseite.
   Mit dem CW-Träger kann das SWR mit dem ATU-Coupler zur Optimierung der Antennenanpassung gemessen werden.

   Die folgende Funktion für mehr Komfort ist davon unabhängig, benötigt aber den TRXCom-ICOM-Koppler, ursprünglich für den ATU-2017 von DC6LB, nun in einer modifizierten Version. Auf die vorherige zusätzliche TX Mute-Funktion wurde verzichtet.

2. **Frequenzabfrage**: Der ATU fragt über RS485 in regelmäßigen Zeitabständen die aktuelle TRX-Frequenz ab. Das TRXCom-Modul übergibt die Anfrage als CI-V-Protokoll an den TRX, der auf dem gleichen Weg die TRX-Frequenz an den ATU zurück übermittelt. Damit kann der ATU auch im RX-Betrieb passend zur Frequenz den Tuner für eine jeweils korrekte Antennenanpassung nachführen.
   Einstellung der L/C-Werte in der Remote Unit wie bisher (Abb. 1.1 links oben).
   Eingestellte Baudrate: 19.200, 8 Bits, No Parity, 1 Stop Bit (8N1).

1.2 ATU Schnittstellen

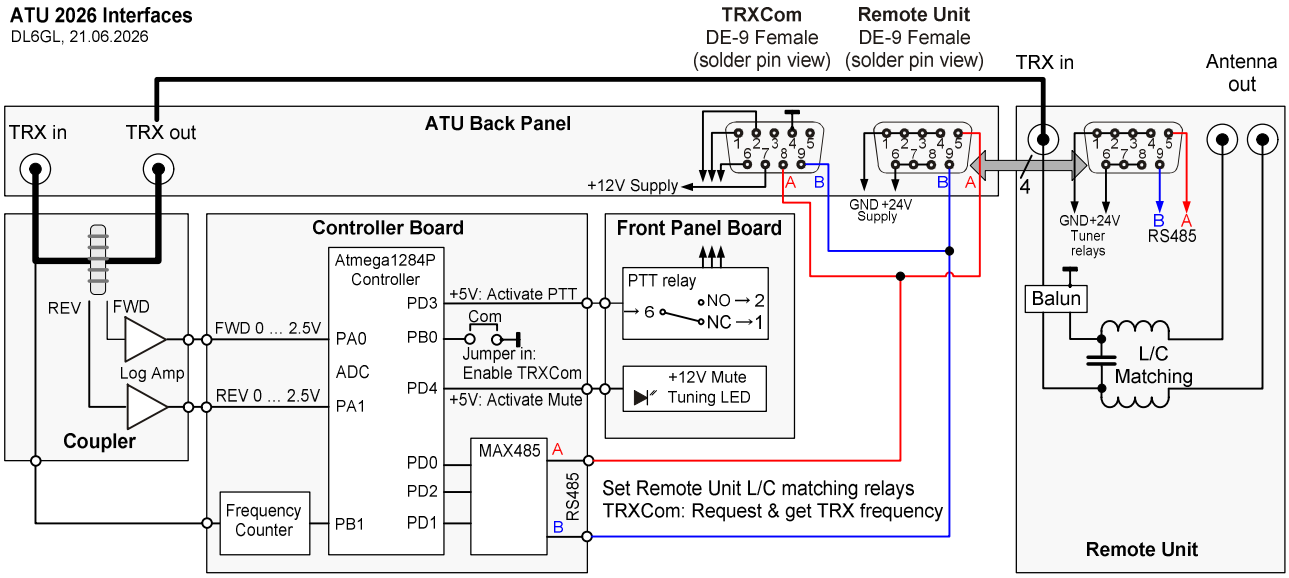


Abb. 1.2: ATU-Schnittstellen (schematisch).

Der Jumper 'Com' (Enable TRXCom) hat zwei Funktionen und ist grundsätzlich zu stecken:

- ❑ Aktiviert das TRXCom-Modul, falls es verwendet wird,
- ❑ Aktiviert die Tuning-LED bei Abstimmvorgängen, auch wenn TRXCom nicht verwendet wird.

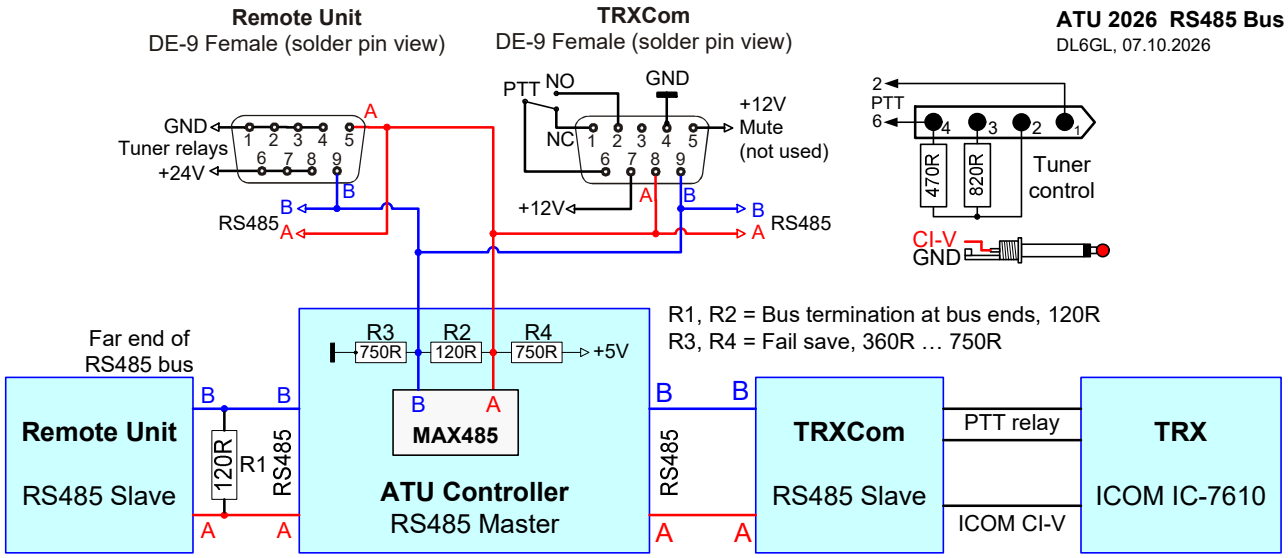


Abb. 1.3: RS485 Kommunikations-Bus.

Die RS485 Bus-Enden mit 120R Impedanzabschluss sind an: ATU Controller (RS485 Master, R2) und Remote Unit (RS485 Slave, R1).

1.3 ATU Bedienelemente und Funktionsweise

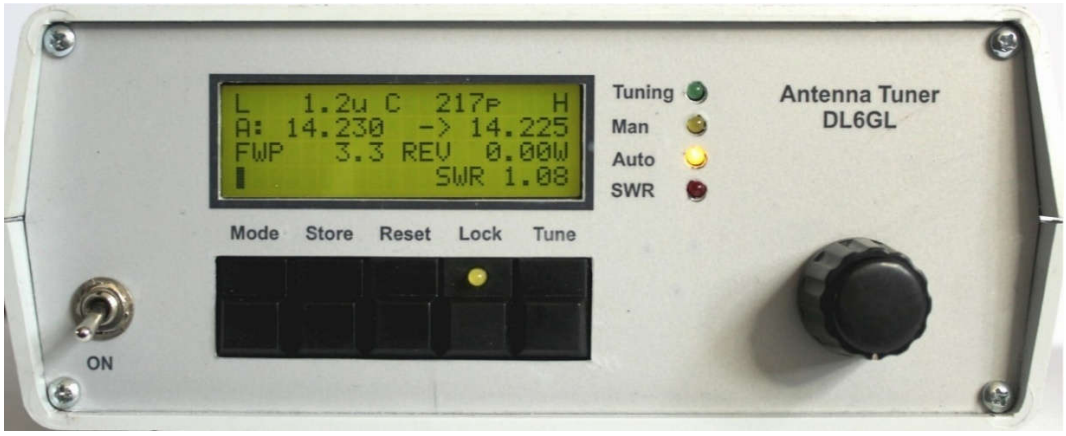


Abb. 1.4: ATU-Steuergerät (Controller), DL6GL-Prototyp.

Die 5 Taster zur Bedienung sind:

1. **Mode** zur Einstellung der jeweiligen Betriebsart
   - A Automatic
   - M Manual, A und M alternierend mit kurzem Druck auf die Mode-Taste
   - S Setup, Aufruf mit langem Druck (~2 sec.) auf die Mode-Taste
   - C Calibrate
   - T Auto tune Setup

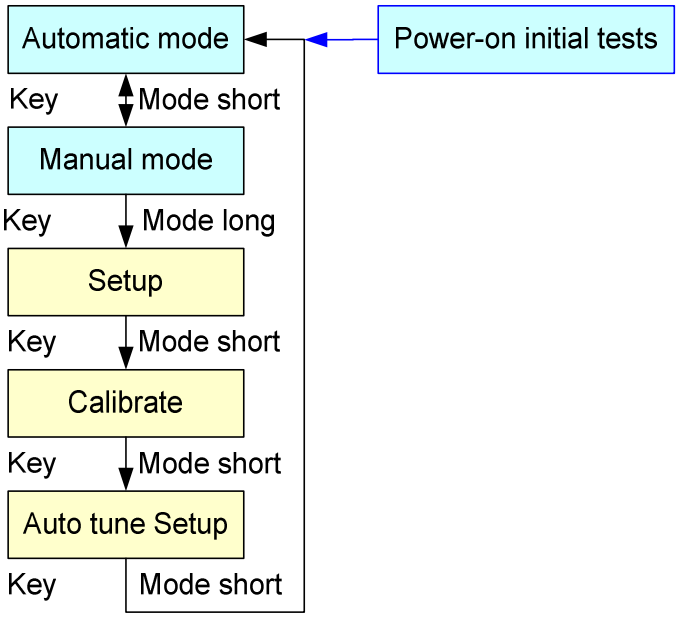


Abb. 1.5: Mode-Umschaltung.

2. **Store** zum Abspeichern optimierter Bandeinstellungen
3. **Reset** zum Zurücksetzen von Einstellungen
4. **Lock** zum Sperren...
   ...des Drehencoders gegen unbeabsichtigte Änderungen im manuellen Betrieb,
   ...der automatischen Anpassung im Automatikbetrieb.
5. **Tune**: Im Manual Mode Umschalten des TRX auf CW-Dauerstrich plus Mute zur manuellen Optimierung der Antennenanpassung.
   Im Automatic Mode Anstoß der Anpassungsautomatik.

Daneben erfüllen die Taster im Setup Mode weitere Funktionen, die im Display angezeigt werden.

Mit dem Drehencoder werden hauptsächlich die Induktivitäten und Kapazitäten im Tuner eingestellt, daneben im Setup verschiedene Zahlenwerte.

Mit dem Jumper J1 auf der Frontpanel-Platine kann das Betriebsarten-Menü (Abb. 1.5) für erste Tests eingeschränkt werden. Mit gestecktem Jumper J1 wird die Kommunikation zur Remote Unit außer Betrieb gesetzt. Damit sind nur noch die drei unteren Menüpunkte in Abb. 1.5 für Voreinstellungen zugänglich.

Manuelle Änderungen von L, C und H/L (High-/Lowpass) werden im manuellen Betrieb an die Remote Unit per RS485 übertragen. In Automatikmodus erfolgt eine Übertragung an die Remote Unit fortlaufend in der Suchprozedur nach dem besten SWR infolge der Variation der LC-Einstellungen im Tuner. Die "Tuning"-LED leuchtet, wenn der Tune-Mode (manuell oder automatisch) aktiv ist. Dazu ist der Jumper "Com" (Enable TRXCom) auf der Controller-Platine zu stecken, auch wenn das TRXCom nicht verwendet wird.

Da RS485 über die zwei Leitungen A/B nur im Halbduplex-Betrieb arbeitet, wird nach jeder Übertragung auf eine Bestätigung der Remote Unit, ggf. auch des TRXCom, gewartet. Mögliche Fehlermeldungen werden im Display angezeigt.

Mit dem wahlweise zur Fehlersuche in der Remote Unit anschaltbaren zweizeiligen Standard-LCD kann das Protokoll zwischen Steuergerät und Remote Unit angesehen werden (s.u. 7.4).
Für den Normalbetrieb, insbes. im Automatikbetrieb, muss die Anzeige durch Entfernen des Jumpers (s.u. 7.4) deaktiviert werden. Sie behindert sonst das rechenintensive Auto-Tuning.

2 Betriebsarten Übersicht

Nach dem Brennen der Firmware bitte das ATU-Steuergerät aus- und wieder einschalten.

2.1 Überprüfungen beim Einschalten des ATU

Mit dem Einschalten des ATU werden verschiedene Prüfungen durchlaufen. Der TRX sollte vorher eingeschaltet werden und **auf eine legale Frequenz innerhalb eines Amateurfunkbandes** eingestellt sein. Die nachfolgende TX CW-Funktion (s. u. 2.1.5) aktiviert für kurze Zeit den TX.

Hier wie auch im normalen Betrieb ist zu unterscheiden (s.u. Abschnitt 2.2) zwischen

- ❑ den im EEPROM definierten maximal ausgelegten Frequenzbändern
- ❑ und den jeweils lokal gesetzlich festgelegten Amateurfunkbändern.

Erstere orientieren sich an der derzeit international maximalen Ausdehnung mit fallweise vorhandenen Überständen an den Bandgrenzen infolge der benutzten festen Segmentbreiten je Band. Die lokal gesetzlich festgelegten Bänder können davon abweichen, etwa im 60m-Band, in DL: 5.351,5 – 5.366,5 kHz, international maximal 5.260 – 5.410 kHz, weiterhin z.B. im 160-Band, untere Bereichsgrenze 1.800 kHz (legal 1.810 kHz), oder im 20m-Band, obere Bereichsgrenze 14.360 kHz (legal 14.350 kHz).

Ein gesetzeskonformer TRX geht nur innerhalb der jeweiligen legalen Bandgrenzen auf Sendung. Interne Überprüfungen, ob die aktuelle TRX-Frequenz innerhalb der Bandgrenzen liegt, erfolgt nur anhand der o.g. im EEPROM festgelegten Bänder.

2.1.1 EEPROM-Daten

Fabrikfrische Controller sind mit 255 (dezimal = FF hex) in den EEPROM-Zellen voreingestellt. Ist dies der Fall, wird automatisch eine Initialisierung des EEPROMs mit den Daten aus "ATU_Contoller_EEPROM_Data_400.bas" vorgenommen. Die Daten und die Speicherstruktur des EEPROM sind in einer Excel-Mappe ("ATU Data V400.xlsx", Download auf der Website) beschrieben. Bei der Initialisierung eines fabrikfrischen Controllers werden L und C auf 0 und auf Tiefpass (= 0) je Bandsegment gesetzt.

Zeile 1	`ATU V4.xx  Hello`	
Zeile 2	`Init EEPROM-total`	EEPROM wird komplett initialisiert.
Zeile 2	`Init EEPROM-partial`	Kalibrierungen, L/C-Tuner-Einstellungen und AutoTune L/C-Voreinstellungen bleiben erhalten (vom Setup #21).
Zeile 3	`150 Band segments`	Anzahl der gespeicherten Bandsegmente.
Zeile 4	`Init completed`	

Danach wird mit jedem Einschalten des Gerätes die Standardmeldung kommen:

Zeile 1	`ATU V4.xx  Hello`	
Zeile 2	`EEPROM contains Data`	Keine 255 in den EEPROM-Zellen 1, 2 gefunden.
Zeile 3	`150 Band segments`	Anzahl der gespeicherten Bandsegmente.

In V3.xx war die Breite des 6m-Bandes anders festgelegt. Wird ein Controller mit vormals V3.xx (144 Bandsegmente) auf V4.xx-Firmware geflasht, erfolgt eine Erweiterung des EEPROMs auf nun 150 Bandsegmente:

Zeile 3	`150 Band segments`	Anzahl der gespeicherten Bandsegmente.
Zeile 4	`EEPROM updated to V4`	EEPROM wurde für das 6m-Band neu organisiert.

Die noch fehlenden 6 Bandsegmente des 6m-Bandes wurden im EEPROM angelegt. Bereits vorhandene Daten, Kalibrierung, L/C-Tuner-Einstellungen der Bandsegmente und Voreinstellungen je Band für das automatische Tunen bleiben erhalten.
Für das 6m-Band werden vorhandene L/C-Tuner-Einstellungen in die neuen Bandsegmente der Reihenfolge nach übernommen. Wegen der Vergrößerung der Segmentbreite von 70kHz (V3.xx) auf 100kHz (V4.xx) ist anschließend eine Überprüfung der Antennenanpassung angeraten.

2.1.2 Kalibrierung des Kopplers

Es wird geprüft, ob zu den unteren und oberen Eckpunkten der Kalibrierungsgeraden der AD8307 Kalibrierungen, d.h. gemessene ADC-Werte für den Transmissions- und Reflexionskanal vorliegen und korrekt sind. Falls nein:

Zeile 1	`Check calib. data`	
Zeile 2	`Coupler not calib.`	Fall 1: Der Koppler ist noch nicht kalibriert.
Zeile 2	`Calib data incorrect`	Fall 2: High level-Messwert <= low level-Messwert.
Zeile 3	`Calib. is entered`	Verzweigung zur Kalibrierung (Abschnitt 5).

2.1.3 Remote Unit Kopplung

Zeile 1	`Is Remote Unit OK?`	Ist die Remote Unit über RS485 ansprechbar?
Zeile 2	`... is OK!`	Ja, ist betriebsbereit.
Zeile 2	`... is not OK!`	Nein, antwortet nicht. oder
Zeile 2	`... timeout`	mehrere Zugriffsversuche abgebrochen.
Zeile 2	`... is disabled`	Nein, Jumper J1 ist gesteckt.

Ein eingeschränkter Betrieb ohne Remote Unit ("not OK" oder "disabled") sind nur folgende Mode-Funktionen möglich, wobei Setup zunächst angesprungen wird:

- ❑ Setup
- ❑ Calibration
- ❑ Auto tune Setup.

Zeile 1	`Remote Unit not OK!`	
Zeile 2	`Modes not available:`	
Zeile 3	`Auto & Manual Tuning`	Modes "A", "M", Automatic / Manual nicht verfügbar.

Ohne einsatzbereite Remote Unit werden die nachfolgenden Abschnitte 2.1.4 bis 2.1.6 zur Überprüfung von Funktionen für das automatische oder manuelle Tuning nicht ausgeführt.
Im Betriebsartenmenü (Abb. 1.5) sind mit Betätigen des Mode-Tasters nur die o.g. verbliebenen Menüoptionen wählbar.

2.1.4 ATU-TRXCom Kopplung für die TRX-Frequenzübertragung

TRXCom hat die Aufgabe, über den ICOM CI-V-Bus die **Sendefrequenz** des Funkgeräts, auch bei Split-Betrieb, auszulesen, und sie per RS485 an den ATU-Controller weiterzugeben, auch wenn das Funkgerät empfängt. Nähere Beschreibung in der Systembeschreibung von TRXCom.
Die Prüfung läuft nur, wenn die Remote Unit OK ist.

Zeile 1	`Is TRXCom OK?`	Ist ATU-TRXCom über RS485 ansprechbar?
Zeile 4	`... is OK!`	Ja, Frequenz in einem Amateurband erhalten.
	Warteschleife mit Meldungen bei Fehlern:	
Zeile 2	`... waiting for TRX`	TRXCom antwortet mit Frequenz 0: Funkgerät aus, in Standby oder nicht auf ANT1.
Zeile 3	`Turn TRX ON please`	Wartet solange, bis der TRX betriebsbereit ist.
Zeile 2	`Freq not in ham band`	Funkgerät nicht auf ein Amateurband abgestimmt (*)
Zeile 3	`Tune TRX freq please`	Wartet solange, bis der TRX abgestimmt wurde.
Zeile 2	`Error from TRXCom`	Fehler im TRXCom-Übertragungsprotokoll.
Zeile 3	`... retrying`	Versuche 10 Mal, danach gilt TRXCOM als "not OK".
Zeile 4	`Cancel ->press Reset`	Die Versuche vorzeitig abbrechen, danach "not OK".
Zeile 4	`... is disabled`	Nein, Jumper COM ist nicht gesteckt.
Zeile 4	`... is not OK!`	Nein, TRXCOM ist nicht verfügbar.
		Bei "not OK" oder "disabled" nach einer kurzen Pause:
Zeile 4	`No freq. in RX-mode`	Im RX-Mode wird die Frequenz nicht übertragen, der Tuner wird nicht auf die Frequenz nachgeführt.

(*) Zur Prüfung, ob die TRX-Frequenz in einem Amateurfunkband liegt s.o. zu 2.1.

Wenn TRXCom nicht betriebsbereit oder nicht vorhanden ist, misst der Controller die Frequenz mit dem Frequenzzähler, also nur bei eingeschaltetem TX. Dazu schaltet er bei Bedarf selbst den Abstimmträger ein.

2.1.5 CW-Träger für das Tuning

Es wird geprüft, ob der TRX über den ATU PTT-Ausgang in CW Dauerstrich mit angepasster Leistung geschaltet wird und ob die vom TRX abgelieferte CW-Leistung zur Einstellung des Tuners nicht größer ist als die im Setup #11 festgelegte "Max mute power" ist. Damit wird die Schonung der Tuner-Relais sichergestellt. Im Allgemeinen wird hier die Leistung an einer unangepassten Antenne gemessen, so dass der Messwert vom erwarteten abweichen kann. Nur wenn der Test erwartungsgemäß durchlaufen wurde, sind die Tune-Funktionen mit Zugriff auf die Remote Unit freigeschaltet.

Der Grenzwert, unterhalb dem das Programm ein "**TX OFF**" (kein HF-Signal) erkennt, ist mit **1mW (0dBm**) wegen des unvermeidlichen Störpegels festgelegt. Voraussetzung ist dabei ein CW-Träger. Unmodulierter SSB-Betrieb ergibt ein TX OFF. Außerhalb der zugelassenen Amateurfunkbänder sollte ein TRX keine HF abgeben, also ebenfalls TX OFF.

Folgende Schritte werden durchlaufen:

1 Zunächst wird überprüft, ob der TRX versehentlich, etwa durch die VOX, HF abgibt. Das Programm wartet, bis es keine HF mehr feststellt.

2 PTT-Relais und das +12V Mute-Steuersignal werden aktiviert, die Tuning-LED leuchtet. Damit sollte der TRX auf CW-Dauerstrich mit verminderter Leistung einstellen.

3 Nach einer Wartezeit (TX mute delay, Setup #3) wird die gedrosselte CW-Leistung gemessen. Wenn diese kleiner als die festgelegte maximale Abstimmleistung ist, wird der Test abgeschlossen. Zur Reaktion auf andere Möglichkeiten siehe weiter unten.

4 Wenn die Testbedingungen nicht erfüllt sind, wird der Zugriff auf die Remote Unit für das Tuning mit HF unterbunden.

5 PTT-Relais und das +12V Mute-Steuersignal werden wieder deaktiviert, die Tuning-LED erlischt: TX OFF.

Zeile 1	`CW OK for tuning ?`	Schaltet ATU den TRX auf CW mit reduzierter Leistung?
Zeile 2	`TX is on, turn off!`	Der TRX gibt ein HF-Signal ab, etwa über die VOX. Das Programm wartet, bis es keine HF mehr feststellt.
Zeile 2	`Try to turn TX-CW on`	ATU schaltet kurzeitig den TX mit dem PTT-Relais ein.
		Überprüfung der TX CW-Leistung, hier für max. 10W:
Zeile 3	`Power  9.2W is OK`	[1] Ja, CW-Träger mit reduzierter Leistung erkannt.
Zeile 3	`Power 15.3W not OK!`	[2] Ja, aber Leistung > max. Tune power (Setup #11).
Zeile 3	`Power > det. limit!`	[3] Ja, aber ADC-Messbereich überschritten.
Zeile 3	`No power detected!`	[4] Nein, kein CW-Träger festgestellt.
Zeile 4	`Check done, CW is OK`	TRX hat CW geschaltet und Leistung ist OK.
Zeile 4	`Not OK ->press Reset`	Fehler [2] - [4]: Warten auf Quittierung mit Reset-Taster.

Der HF-Messkoppler kann nicht zwischen CW-Dauerstrich und einem modulierten SSB-Signal unterscheiden.

Ergebnisse der Prüfung:

[1] HF-Träger mit Tuner-Relais schonender Leistung erkannt. Tune ist freigegeben.

[2] Es wurde ein HF-Träger erkannt, aber die gemessene Leistung übersteigt ggf. geringfügig die in Setup #11 festgelegte "Max. Tune power". Diese ist für eine die Tuner-Relais schonende gemessene Leistungen < ca. 10W im Setup #11 anzupassen. Die Prüfung wird als akzeptabel angenommen. Vor den eigentlichen Tune-Vorgängen erfolgt eine erneute Prüfung.

[3] Die gemessene Leistung des CW-Trägers so hoch, so dass der ADC übergelaufen ist.
Fataler Fehler: **Das Programm wird beendet**.

[4] Wenn kein Träger erkannt wurde, ist entweder die vorgesehene Tune-Vorrichtung (Umschaltung aus der aktuellen Betriebsart auf CW Dauerstrich mit reduzierter Leistung) zwischen ATU und TRX fehlerhaft oder nicht vorhanden.
Ohne diese obligatorische Funktion wäre das auch ein Grund für einen Programmabbruch.
Es kann aber daran liegen, dass das im Setup #3 eingestellte "TX mute delay" zu kurz ist, so dass der TRX auf das geschaltete PTT-Relais noch nicht reagiert hat.
Mit dieser möglichen Fehlerursache verzweigt das Programm direkt zum Setup.

Bei Prüfergebnis [2], CW-Power > max. zugelassene Leistung aus dem Setup #11:

Zeile 1	`CW power too high`	
Zeile 2	`Check Setup #11!`	Bei geringfügiger Überschreitung, Max. Power anpassen.
Zeile 3	`RX: Tuner is enabled`	Reiner RX-Betrieb nur zum Reinhören ist möglich.
Zeile 4	`Tuning checked later`	Die aktuelle CW-Leistung wird vor dem Tuning geprüft.
	Im RX-Betrieb kann im Manual Mode die Remote Unit bedient werden, ohne vorher den Tune-Taster zu betätigen. Vor dem automatischen oder manuellen Antennen-Tuning wird nach Betätigen des Tune-Tasters die aktuelle CW-Leistung erneut geprüft.	

2.1.6 Voreinstellung der Remote Unit auf die aktuelle TRX-Frequenz

Die aktuelle TRX-Frequenz wird mit aktiviertem TRXCom vom TRX zum ATU übertragen. Ohne TRXCom wird der CW-Träger mit dem PTT-Relais kurzzeitig aktiviert, um damit die Frequenz mit dem Counter zu messen. Mit der ermittelten TRX-Frequenz wird der Tuner auf die im EEPROM gespeicherten Anpassungswerte für die Antenne eingestellt.

Bei einem fehlerfreien Durchlauf sieht die Anzeige so aus, RX-Frequenz z.B. 14,213MHz:

Zeile 1	`Set tuner > TRX freq`	Tuner (Remote Unit) auf TRX-Frequenz einstellen.
Zeile 2	`TRX freq.  14.213`	Ermittelte TRX-Frequenz wird angezeigt
Zeile 3		Remote Unit wird auf 14,213MHz eingestellt.
Zeile 4	`Tuner set > 14.213`	Remote Unit hat fehlerfreien Vollzug zurückgemeldet.

Nach einer kurzen Wartezeit weiter zu 2.2, Betriebsarten.

Mögliche fatale Fehleranzeigen mit Programmabbruch:

Zeile 1	`Set tuner > TRX freq`	
Zeile 2	`TRX freq.  --.---`	Es wurde keine TRX-Frequenz ermittelt.
Zeile 3	`No TRX frequency`	
	Oder:	
Zeile 2	`TRX freq.  14.213`	TRX-Frequenz wurde ermittelt
Zeile 3	`Remote unit error X`	Fehler in Remote Unit, X = Errorcode, siehe 7.3.1.
	Damit ist ein Weiterbetrieb nicht möglich.	
Zeile 4	`Program is stopped!`	

Ohne Frequenzermittlung mit TRXCom bzw. Counter und ohne funktionierende Remote Unit ist ein Weiterbetrieb sinnlos: Also zunächst Fehlersuche in der Konfiguration.

2.2 Betriebsarten

Mit dem Taster "Mode" sind fünf Betriebsarten wählbar. Sie werden durch wiederholtes Tasten durchgetaktet, zunächst wechselweise zwischen (1), Automatic Mode, und (2), Manual Mode, siehe oben, Abb. 1.5. Mit der ersten Inbetriebnahme sind die Einstellungen in den Betriebsarten (3) bis (5) erforderlich, die mit langem Druck (~2 sec) auf den Mode-Taster erreichbar sind.

(1) "**Auto**": Die "Auto"-LED leuchtet.
Der ATU stellt die Abstimmdaten (L, C und Hoch-/Tiefpass) aus dem EEPROM mit Hilfe der gemessenen oder der von der ATU-TRXCom übermittelten TRX-Frequenz ein.
Die Einstellung kann mit der automatischen Anpassung mit Betätigen des Tune-Tasters auf bestes SWR korrigiert und im EEPROM gespeichert werden.
Auto Tuning endet nach dem Suchlauf automatisch.

(2) "**Man**": Die "Man"-LED leuchtet.
Der ATU stellt die Abstimmdaten (L, C und Hoch-/Tiefpass) aus dem EEPROM mit Hilfe der gemessenen oder der von der ATU-TRXCom übermittelten TRX-Frequenz ein.
Die Einstellung kann manuell mit Betätigen des Tune-Tasters auf bestes SWR korrigiert werden und im EEPROM gespeichert werden.
Beenden des Tuning mit erneutem Betätigen des Tune-Tasters.

(3) "**Setup**": EEPROM-Daten anpassen.

(4) "**Calibration**": Kalibrieren der logarithmischen Verstärker.

(5) "**Setup Auto Tuning**": Einstellen von Parametern zum Beschleunigen des Auto Tuning.

Es sind alle Amateurbänder von 160 bis 6 m programmiert. Die insgesamt 150 Bandsegmente (vormals 144) teilen sich wie folgt auf:

Band	Nach AFuV zugelassen		Spanne der Segmente			
	von (kHz)	bis (kHz)	von (kHz)	bis (kHz)	Segmente	Breite (kHz)
160m	1.810	2.000	1.800	2.000	20	10
80m	3.500	3.800	3.500	3.800	30	10
60m	5.351,5	5.366,5	5.260	5.410	8	20
40m	7.000	7.200	7.000	7.200	10	20
30m	10.100	10.150	10.100	10.160	3	20
20m	14.000	14.350	14.000	14.360	12	30
17m	18.068	18.168	18.068	18.188	4	30
15m	21.000	21.450	21.000	21.480	12	40
12m	24.890	24.900	24.890	24.990	2	50
10m	28.000	29.700	28.000	29.740	29	60
6m	50.000	52.000	50.000	52.000	20	100

Das Amateurband 60m ist in den IARU-Regionen unterschiedlich festgelegt.
In Norwegen z.B. 5.260 - 5.510kHz, in Deutschland aber nur von 5.351,5 - 5.366,5kHz.

Das Amateurband 6m ist seit der Erstentwicklung, ca. 2007, mit den damals vorgesehenen Speicherbereichen für die Bandsegmente im EEPROM nun anders festgelegt.

Band	AFuV IARU-Region 1		Version	Bandsegmente Bereich		Breite	Anzahl
6m			V3.22	50.030 kHz	51.010 kHz	70 kHz	14
	50.000	52.000	**V4.00**	50.000 kHz	52.000 kHz	100 kHz	20
	Erfolgte ein Überschreiben (Update) der Controller-Firmware von V3.xx auf V4.xx, wird mit dem ersten Start mit der neuen Firmware das EEPROM für das 6m-Band neu organisiert.						

Für jedes Bandsegment kann eine ATU-Einstellung im EEPROM gespeichert werden. Zur aktuellen TRX-Frequenz wird jeweils die Segment-Mittenfrequenz angezeigt. Wird ein zur TRX-Frequenz passendes Bandsegment nicht gefunden oder steht keine TRX-Frequenz zur Verfügung, wird statt der Segment-Mittenfrequenz "NoBand" angezeigt.

Zur Vorbereitung auf den Routinebetrieb ist folgende Vorgehensweise zu empfehlen:
Überprüfen der Setup-Daten, s.o. (3), Abschnitt 4 und
Durchführung der Kalibrierung, s.o. (4), Abschnitt 5.
In den zu bearbeitenden Bändern mit CW-Träger geringer Leistung den Tuner für alle Bandsegmente mit Auto Tune optimieren und die Einstellungen im EEPROM speichern. Damit kann der Tuner schon mal auf diese Voreinstellungen mit einem Schaltvorgang zurückgreifen.

Aus den Optimierungsergebnissen die Voreinstellungen im Setup Auto Tuning, s.o. (5), ggf. anpassen, um das Auto Tuning zu beschleunigen.

3 Normalbetriebsarten

In den Betriebsarten "Man" und "Auto" werden in der Display-Zeile 1 die Einstelldaten für L, C und Hoch-/Tiefpass angezeigt.

Zeile 1	`L* 12.9u C 251p H`	Zeile 1, wird permanent angezeigt
Einstellung "L" aktiviert ("*"), eingestellt auf 12,9 µH		
Einstellung "C" nicht aktiviert, eingestellt auf 251 pF		
Einstellung "H/L" nicht aktiviert, Hochpass eingestellt		

Die Aktivierung mit "*" ist nur im Manual Mode wirksam. Die so markierten L, C und H/L können jeweils manuell mit dem Encoder eingestellt werden. Im Automatic-Mode entfällt diese Möglichkeit.

L und C werden über Relais binär entsprechend den Encoderwerten 0 bis 255 geschaltet, so dass Werte bis ca. 33 µH (im Mustergerät mit 8 Spulen) und 815 pF eingestellt werden können. In der "Christian-Tuner"-Einstellung mit nur 7 Spulen zählt der Encoder nur von 0 bis 127.

Die Anzeige wird aus der jeweils kleinsten Schrittweite, hier 3,13 pF und 0,13 µH, und dem Encoder-Wert (0...255 bzw. in der Christian-Version 0...127 für L) berechnet. Hinzu addiert werden jeweils die "Null"-Kapazität bzw. -Induktivität in der Ruhestellung (Bypass). Diese sind im EEPROM gespeichert und können in Setup angepasst werden, im Mustergerät mit 17pF bzw. 0,2 µH. Hoch- und Tiefpass werden als "H" (Highpass) bzw. "L" (Lowpass) angezeigt.

Das TRX-Com-Modul übermittelt ständig, auch im TRX RX-Mode, die im TRX eingestellte Frequenz in Displayzeile 2. Zur TRX-Frequenz wird das passende Bandsegment gesucht und daraus die EEPROM-Adresse ermittelt, unter der die Daten gespeichert sind. Diese Daten (L, C, H/L) werden automatisch eingestellt und in Zeile 1 angezeigt.

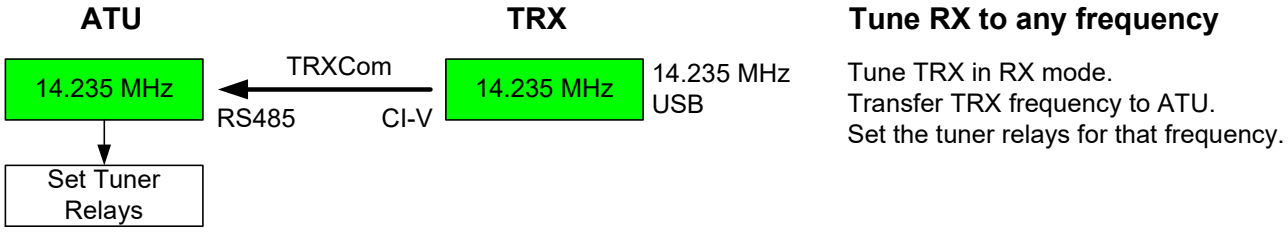


Abb. 3.1: Übermittlung der TRX-Frequenz an den ATU und Tuner-Einstellung.

Ohne das TRX-Com-Modul ermittelt der Counter im laufenden QSO-Betrieb (Abb. 3.2) bei Sendung aus dem HF-Signal die TRX-Frequenz. Bei einer Antennenanpassung mit Schalten der Tuner-Relais wird an den notwendigen Stellen der CW-Träger mit verminderter Leistung eingeschaltet.

Sollten aus irgendwelchen Gründen Fehlfunktionen beim Finden der Bandsegmente zu den TRX-Frequenzen auftreten, kann im Setup #21 eine komplette Neu-Initialisierung des EEPROM vorgenommen werden.

Im normalen QSO-Betrieb (TX aktiv) werden in Zeile 3 die Vorwärts-Leistung (FWD) und die reflektierte Leistung (REV) sowie in Zeile 4 das daraus berechnete SWR angezeigt.

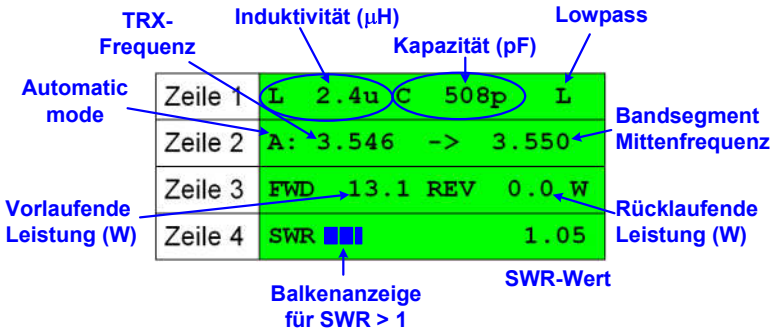


Abb. 3.2: Display im QSO-Betrieb, Automatic Mode, analog im Manual Mode.

Die SWR-Balkenanzeige hat bei SWR = 3 Vollausschlag, die Ziffernanzeige geht bis 9.99. Bei einem SWR > 3 blinkt die SWR-LED.

Für den Fall, dass es Probleme mit der Antenne gibt, nicht angeschlossen oder Kurzschluss, d.h. Totalreflexion mit einem SWR >> 10, wird der **SWR-Wert als "> 14"** angezeigt. Die Grenze ist programmintern auf SWR > 14 bzw. RL < 1,24 festgelegt. Dem Antennenproblem sollte unbedingt sofort abgeholfen werden.

Im RX-Betrieb wird in Zeile 3 "No coupler signal" angezeigt, Zeile 4 bleibt leer.

In Betriebspausen ist es möglich, den TRX auszuschalten oder in den Standby-Modus zu versetzen. Damit steht bei Verwendung des TRXCom eine Übertragung der TRX-Frequenz nicht mehr zur Verfügung (TRXCom timeout). Der ATU legt dann im Automatic- oder Manual Mode auch eine Pause ein. In Abständen von 2 Sekunden fragt er währenddessen die Bereitschaft des TRX ab, nach Aktivierung wieder eine Frequenz zu übermitteln. Sodann nimmt der ATU seine Arbeit wieder auf. Meldungen auf dem LCD, Zeilen 3 und 4, s.o. Abb. 3.2, klären darüber auf.

3.1 Automatische oder manuelle Antennenanpassung

Eine Antennenanpassung, automatisch oder manuell, wird i.d.R. mit Betätigen des **Tune-Tasters** angestoßen.

Ergänzend zum Eingangstest (s.o. 2.1.5) erfolgt zur Sicherheit eine erneute Leistungsprüfung des für das Tuning notwendigen CW-Trägers.

Im Manual Mode ist im RX-Betrieb eine manuelle Antennenabstimmung nach Gehör möglich ohne Betätigung des Tune-Tasters und ohne CW-Träger.

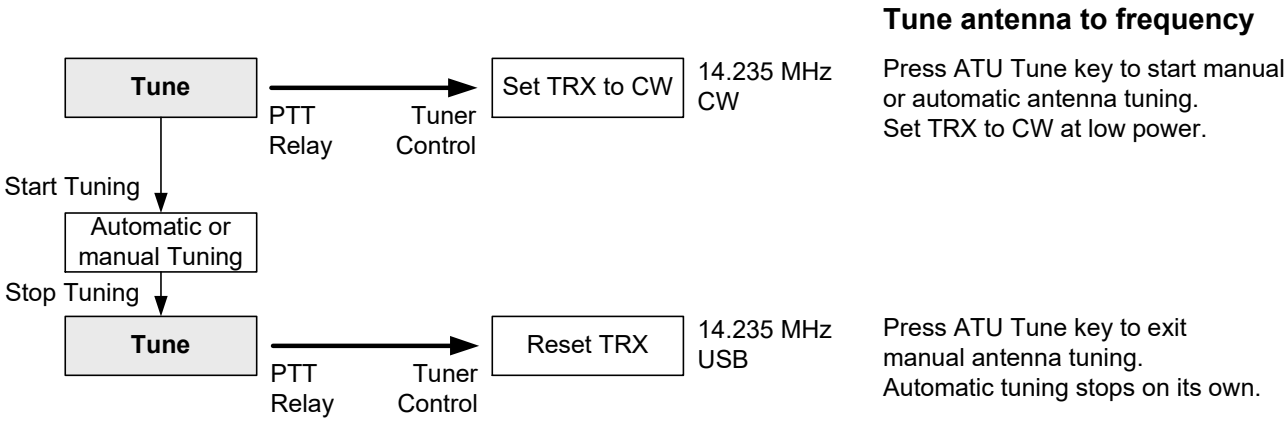


Abb. 3.3: Vom Tune-Taster angestoßene Funktionen.

3.1.1 "A", Automatic, automatische Antennenanpassung

Zur Verfügung stehende Tasterfunktionen im Automatic Mode:

Store-Taste	Aktuelle ATU-Einstellung im EEPROM speichern.
Reset-Taste	Wechsel zwischen der Anzeige der Vorwärtsleistung FWD="FWP" (PEP) und FWD="FWA" (Average Power). Steht nur im Automatic Mode zur Verfügung.
Lock-Taste	Sperren der automatischen Frequenznachführung.
Tune-Taste	Anstoß der Anpassungsautomatik, s. Abschnitt 6.
Encoder	Keine Funktion.
Encoder-Taste	Keine Funktion.

Das Speichern mit der **Store-Taste** ist hier wie im Manual Mode wie folgt eingerichtet:

(1) Das aktuelle Amateurband hat nach dem Brennen des Controllers noch keine Werte (L = C = 0, Tiefpass). Dabei ist es gleichgültig, in welchem Bandsegment des Amateurbandes gearbeitet wird.
In diesem Falle werden alle Bandsegmente des Bandes mit den eingestellten Werten für L, C und Hoch-/Tiefpass beschrieben. Somit ist für das Band schon eine grobe Voreinstellung hergestellt.
In der dritten Display-Zeile werden die EEPROM-Adressen der fortlaufend beschriebenen Segmente angezeigt (dauert eine Weile).

(2) Es werden vorhandene Daten eines Bandsegments optimiert.
In diesem Falle wird nur das aktuelle Bandsegment mit den neuen Daten beschrieben.
In der dritten Display-Zeile wird die EEPROM-Adresse des beschriebenen Segments angezeigt.

Bei dem Versuch, eine Einstellung außerhalb der Bandgrenzen zu speichern (Anzeige "No Band", wird in Zeile 4 "No EEPROM Addr!" angezeigt. Hier erfolgt keine Speicherung.

Die **Lock-Taste** ist im Automatikbetrieb eigentlich widersinnig, da sie ihn außer Betrieb setzt. Befindet man sich aber mit der TRX-Frequenz auf oder nahe einer Bandsegmentgrenze, kann sich der Controller u.U. nicht für ein Bandsegment entscheiden und würde andauernd umschalten.

Betätigen des Tune-Tasters startet das automatische Tuning.

❑ Zunächst wird überprüft, ob der TRX bereits auf Sendung ist, um zu verhindern, dass die Tuner-Relais bei voller QSO-Leistung geschaltet werden.

Zeile 1	`***  Auto tune  ***`	
Zeile 2	`TX RF power detected`	Der TX ist bereits aktiv und gibt HF ab.
Zeile 3	`Turn off TX please`	TRX in den Empfangsmodus bringen.
Zeile 4	`Auto tune aborted`	Automatic-Tuning wird abgebrochen.

Hier wie bei den nachfolgenden "… aborted"-Meldungen nach Beheben des Problems erneute Betätigung des Tune-Tasters.

❑ Ansonsten wird nun der TRX mit dem PTT-Relais auf CW mit reduzierter Leistung geschaltet.

❑ Die TX CW-Leistung wird zur Sicherheit überprüft.
Wenn kein CW-Träger festgestellt wird oder die Leistung größer als die in Setup #11 festgelegte Grenze ist, bricht das Programm das Auto-Tuning ab. Bei geringfügig überhöhter Leistung die Grenze in Setup #11 anpassen. In diesen beiden Fällen Meldungen:

Zeile 1	`*** Auto tune ***`	
Zeile 2	`Check PTT function`	
Zeile 3	`No TX CW signal`	Kein TX CW-Träger festgestellt.
		oder
Zeile 3	`Power 15.2W`	Die TX CW-Leistung übersteigt Grenze, hier 10W.
Zeile 4	`Auto tune aborted`	Automatic-Tuning wird abgebrochen.

❑ Falls TRXCom nicht aktiv ist, wird die aktuelle TRX-Frequenz mit dem Counter gemessen, um den Tuner darauf einzustellen. Falls das misslungen ist, Fehlermeldung:

Zeile 1	`*** Auto tune ***`	
Zeile 2	`Set tuner to 3.546`	Versuch, Tuner auf 3,546MHz einzustellen …
Zeile 3	`ATU Com Err x`	… ATU Remote Unit Fehler
Zeile 4	`Auto tune aborted`	Automatic-Tuning wird abgebrochen.

Nachfolgend wird geprüft, ob überhaupt eine Antenne angeschlossen ist oder ein Kurzschluss besteht. Das äußert sich in einer Totalreflexion mit sehr hohem SWR bzw. sehr niedrigen Return loss. Siehe auch oben zu Abb. 3.2. In diesem Fall kann das Auto Tuning vorzeitig abgebrochen werden, wäre auch sinnlos.

Zeile 1	`*** Auto tune ***`	
Zeile 2	`Old SWR > 14`	Auffällig hohes SWR > 14 gemessen.
Zeile 3	`Is antenna OK? 5`	Womöglich stimmt etwas nicht mit der Antenne.
Zeile 4	`Abort -> press Reset`	Abbruch mit Reset-Taster innerhalb 5 sec. Countdown.
Zeile 4	`Auto tune aborted`	Reset wurde gedrückt, Auto tune abgebrochen.

Bei gut angepasster Antenne die schnellste Meldung nach der SWR-Messung vor dem Suchlauf hier zuerst:

Zeile 1	`*** Auto tune ***`	
Zeile 2	`Old SWR 1.07`	Gemessenes SWR vor dem Auto-Tuning.
Zeile 3	`Current SWR is OK`	SWR 1,07 ist kleiner als Min. SWR in Setup #9.
Zeile 4	`Auto tune finished`	Da gibt es nichts mehr zu tun.

Wenn es doch etwas zu tun gibt, wird der Suchlauf gestartet. Idealerweise sind die Vorgaben für den Suchlauf im Auto Tuning Setup (Abschnitt 6.2) für schnelle Ergebnisse schon passend vorbesetzt. In einem solchen Fall, nachfolgend mit der korrekten Vorbesetzung "L"= Lowpass ganz rechts in Zeile 1, kommt der Suchlauf sehr bald zu einem Ergebnis.
Bedingung ist ein SWR < 2,00 oder besser.

Das niedrigste SWR aus dem im Auto Tuning Setup vorgegebenen Suchlaufbereich für L und C wird angezeigt. Im besten Fall ist es auch kleiner als das "Min Auto SWR" aus Setup #9. Ein SWR ≥ 10 wird als ">9.99" angezeigt.

Zeile 1	`L 4.3u C 571p L`	Im Suchlauf jeweils aktuelle Tunereinstellungen.
Zeile 2	`Old SWR 2.53 -> 1.07`	Suchlauf hat SWR von 2,53 auf 1,07 verbessert.
	AutoSave = Yes	Automatisches Abspeichern Ja, vgl. Setup #10.
Zeile 3		Rückmeldung zum Speicherort des Bandsegments.
Zeile 4	`Tuned L/C data saved`	L/C-Einstelldaten zum Bandsegment gespeichert.

	AutoSave = No	Automatisches Abspeichern Nein, vgl. Setup #10.
Zeile 3	`Save tuned L/C data?`	Wenn die LC-Einstelldaten gespeichert werden sollen, kann das mit der Store-Taste nachgeholt werden.
Zeile 4	`-> press Store key`	

Bei aufwändigeren Suchläufen, wenn die Vorgaben aus dem Auto Tuning Setup (Abschnitt 6.2) für die benutzte Antenne und die einzelnen Bänder unpassend sind, zeigt das Programm die möglichen Verarbeitungsschritte an, vgl. Abschnitt 6.1.

Wenn der Suchlauf kein SWR < 2 gefunden hat, wird der Tuner auf die ursprünglichen Einstellungen vor dem Suchlauf zurückgesetzt.

3.1.2 "M", Manual, manuelle Antennenanpassung

Zur Verfügung stehende Tasterfunktionen im Manual Mode:

Store-Taste	Aktuelle ATU-Einstellung im EEPROM speichern.
Reset-Taste	L oder C aktiviert: Jeweils Zurücksetzen der aktuellen Einstellung.
Lock-Taste	Sperre des Encoders. Lock-LED leuchtet. In Zeile 1 "-" vor L, C und H/L. Nochmaliges Drücken auf "Lock" hebt die Sperre wieder auf.
Tune-Taste	Starten oder Beenden der manuellen Antennenanpassung mit CW-Träger.
Encoder	Einstellen von jeweils aktiviertem L, C und H/L, markiert mit "*", in Zeile 1.
Encoder-Taste	Durchtakten der Aktivierung "*" von L, C und H/L für Encodereinstellung.

Der Encoder hat keinen Anschlag, so dass aus der Nullposition bei Linksdrehung gleich die hohen L-/C-Werte einstellbar sind. Bei aktiviertem H/L (Hoch-/Tiefpass) wechselt die Anzeige mit Drehen am Encoder jeweils von H nach L. Die vorgenommene Einstellung L, C, H/L wird gesichert und nach Mode-Wechsel wieder angezeigt.

- ❑ **Manuelle Antennenanpassung mit CW-Träger**
  Analog zum Automatic Mode wird ein Tune-Vorgang mit dem leistungsreduzieren CW-Träger durch **Betätigen des Tune-Tasters** eingeleitet, um manuell mit dem Encoder Optimierungen der Antennenanpassung vorzunehmen.
  Der Tune-Taster aktiviert wie bei der Automatik (3.1.1) den CW-Träger und die Prüfung dessen Leistung gegen die max. zugelassene Leistung (Setup #10).
  Bei Fehlern bei der Überprüfung erfolgt eine Fehlermeldung, siehe unten. Der CW-Träger wird wieder abgeschaltet.
  Das LCD zeigt die jeweils eingestellten Tunerdaten (L, C, Hoch-/Tiefpass) und das jeweilige SWR an. Nochmaliges Drücken auf den Tune-Taster beendet den Tune-Vorgang.

- ❑ **Manuelle Antennenanpassung ohne CW-Träger**
  Wahlweise kann die Antenne, z.B. für Lizenzinhaber außerhalb der festgelegten Amateurbänder (hier ist kein TX-Betrieb möglich), nach Gehör auf maximales Rauschen oder maximales Signal angepasst werden.
  Die manuelle Antennenanpassung kann unmittelbar mit dem Encoder vorgenommen werden, **ohne** vorher den Tune-Taster zu betätigen mit Umgehung der o.g. Prüfung.

- ❑ Die Remote Unit quittiert eine ausgeführte manuelle Relaisschaltung mit einem kurzen Flackern der "Man"-Led. Damit ist erkennbar, ob die Remote Unit geschaltet hat oder nicht.

Zunächst wird beim Eintritt in den manuellen Mode überprüft, ob der TRX bereits auf Sendung ist, um zu verhindern, dass die Tuner-Relais bei voller QSO-Leistung geschaltet werden.

Zeile 1	`L*  2.4u C 508p  L`	Aktuelle Einstellungen des Tuners.
Zeile 2	`M:  3.576  ->  3.575`	Aktuelle TRX-Frequenz und Mitte des Bandsegments.
Zeile 3	`Turn off TX please`	Der TX ist bereits aktiv und gibt HF ab. TX in den Empfangsmodus bringen.
Zeile 4	`Manual tune denied!`	Tunereinstellung im Manual-Mode ist gesperrt.

Ansonsten werden der leistungsreduzierte CW-Träger nach **Betätigen des Tune-Tasters** mit dem PTT-Relais aufgeschaltet und Power sowie SWR angezeigt. Zur Optimierung der Tunereinstellungen außerhalb der Amateurbänder ohne CW-Träger (Tune-Taster nicht gedrückt) entfallen die Zeilen 3 und 4.

Zeile 1	`L*  2.4u C 508p  L`	Aktuelle Einstellungen des Tuners.
Zeile 2	`M:  3.576  ->  3.575`	Aktuelle TRX-Frequenz und Mitte des Bandsegments.
Zeile 3	`FWD  8.5 REV  0.0W`	Leistung vorwärts / reflektiert.
Zeile 4	`SWR ||  1.09`	SWR als Balken (ab SWR = 1) und Zahl.
		Leistung des CW-Trägers nicht OK:
Zeile 3	`No TX CW signal`	Es wurde kein CW-Träger geschaltet.
Zeile 3	`Power 15.2W`	Die TX CW-Leistung übersteigt Grenze, hier 10W.
Zeile 4	`Manual tune denied!`	Tunereinstellung im Manual-Mode ist gesperrt.

3.2 Ansprechen der Remote Unit (Tuner)

Die Remote Unit ist ansprechbar, wenn der Jumper J1 (Disable Remote Unit) auf dem Front Panel des Steuergerätes **nicht** gesteckt ist. Sie wird immer dann mit Steuerdaten zur Umschaltung der L/C-Bänke versorgt, wenn

- ❑ im **Automatic-Mode** ein Wechsel eines Bandsegments mit zur vorherigen Einstellung unterschiedlichen Daten für L, C oder Hoch-/Tiefpass im RX-Betrieb erfolgt
  bzw. wenn die Anpassungsautomatik mit dem Tune-Taster in den "Tuning-Modus" versetzt wurde,
- ❑ im **Manual-Mode** ein Wechsel eines Bandsegments mit zur vorherigen Einstellung unterschiedlichen Daten für L, C oder Hoch-/Tiefpass im RX-Betrieb erfolgt
  bzw. wenn mit dem Tune-Taster der "Tuning-Modus" eingeleitet wurde und manuell eine Einstellung für L, C oder Hoch-/Tiefpass oder ein Reset vorgenommen wurde,
- ❑ **und** im "Tuning-Modus" die Schaltung des TX in CW Dauerstrich mit festgelegter verminderter Leistung mit dem PTT-Relais erfolgt ist, unterhalb der in Setup #11 festgelegten Abstimmschwelle liegt.

Die Remote Unit ihrerseits schaltet die ATU-Relais nur dann, wenn der Schaltbefehl angekommen und verstanden wurde und sie damit eine Bestätigung an das Steuergerät zurückschickt.

Tritt ein Fehler auf (fehlende Bestätigung von der Remote Unit), haben die ATU-Relais nicht geschaltet. In diesem Fall werden nach der entsprechenden Fehlermeldung (s.u. 7.3) im Display des Steuergerätes die Steuerdaten zurückgesetzt.

4 Setup

Im Setup-Block sind alle Funktionen zusammengefasst, die nur einmalig oder gelegentlich zu bedienen sind. Vor dem Normalbetrieb sollten die vorbesetzten Daten hier und im Auto Tune Setup (Abschnitt 6.2) unbedingt überprüft und ggf. angepasst werden.

Das Setup-Menü öffnet sich nach einer langen (~2 sec) Betätigung der Mode-Taste. Es enthält insgesamt 21 Unterfunktionen, die jeweils mit der Lock-Taste (Anzeige "Next") weitergeschaltet werden. Zur Setup-Steuerung wird in der vierten Display-Zeile die Tastenbelegung angezeigt:

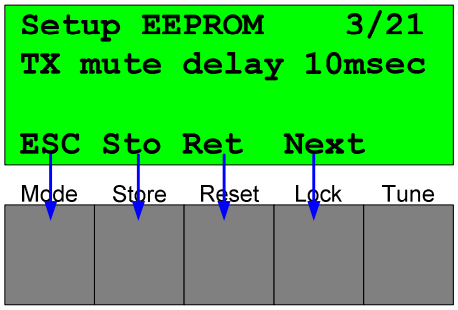


Abb. 4.1: Tastenbelegung im Setup-Mode.

Setup-Tastenfunktionen:

ESC	Setup verlassen
Sto	Aktuelle Einstellung im EEPROM speichern
Ret	Zur vorherigen Setup-Einstellung ohne Abspeichern
Next	Zur nächsten Setup-Einstellung ohne Abspeichern.

Die jeweiligen Werte werden mit dem Encoder eingestellt, wobei bei Rechtsdrehung (aufwärts) in zu den jeweiligen Dezimalstellen passenden 10er Schritten erhöht, bei Linksdrehung (abwärts) in 1er-Schritten erniedrigt wird. Alle Werte können innerhalb festgelegter Grenzen geändert werden.

Die Setup-Einstellungen:

Setup EEPROM 1/21 Coils 8 (1), 7 (0) 1 ESC Sto Ret Next	Kompatibilität mit dem Christian-Tuner mit 7 Induktivitäten (0), andernfalls 8 Induktivitäten (1). Einstellen 0 oder 1 mit dem Encoder. Wertebereich 0 … 1.
Setup EEPROM 2/21 L std (1), inv (0) 1 ESC Sto Ret Next	Option zur Relaisschaltung der Induktivitäten in den L-Bänken. 'std'=Standard (1): Ruhekontakte überbrücken/deaktivieren L's. 'inv'=invertiert (0): Arbeitskontakte überbrücken/deaktivieren L's. Die neuen Versionen des Christian-Tuners wenden 'inv' an. Einstellen 0 oder 1 mit dem Encoder. Wertebereich 0 … 1.
Setup EEPROM 3/21 TXmute delay 10msec ESC Sto Ret Next	Wartezeit in Millisekunden nach Aktivierung von PTT-Relais und +12V Mute, die der TX zum Herunterfahren in den Mute-Zustand braucht. Erst danach werden die Tuner-Relais angesprochen. Wertebereich 0 … 250 msec, Auflösung 10 msec.

Die folgenden Einstellungen, Setup 4 bis 7, legen fest, wie aus den Encodereinstellungen für L und C (L, C = 0…255, beim Christian-Tuner L = 0…127) daraus berechnete Werte für L in µH und C in pF angezeigt werden. Diese Anzeigen haben keinen Einfluss auf die Funktion des Tuners, sie sind rein zur Information.

Setup EEPROM 4/21 Delta-C: 3.13 pF ESC Sto Ret Next	Kleinste Kapazitätsschrittweite in pF, hier 3,13 pF. Hieraus wird die mit dem Encoder eingestellte Kapazität berechnet. Wertebereich 0,10 … 20,00 pF, Auflösung 0,01 pF.
Setup EEPROM 5/21 Delta-L: 0.13 uH ESC Sto Ret Next	Kleinste Induktivitätsschrittweite in µH, hier 0,13 µH. Hieraus wird die mit dem Encoder eingestellte Induktivität berechnet. Wertebereich 0,05 … 20,00 µH, Auflösung 0,01 µH.

Setup EEPROM 6/21 Bias-C: 17.00 pF ESC Sto Ret Next	Null-Kapazität in Stellung Bypass, hier 17,00 pF. Diese wird bei der Berechnung der Kapazität jeweils hinzu addiert. Diesen Wert vorher ausmessen. Wertebereich 0,10 … 40,00 pF, Auflösung 0,01 pF.
Setup EEPROM 7/21 Bias-L: 0.20 uH ESC Sto Ret Next	Null-Induktivität in Stellung Bypass, hier 0,20 µH. Diese wird bei der Berechnung der Induktivität jeweils hinzu addiert. Diesen Wert vorher ausmessen. Wertebereich 0,05 … 20,00 µH, Auflösung 0,01 µH.
Setup EEPROM 8/21 L/C ser Y(1) N(0) 0 ESC Sto Ret Next	L- oder C-Bänke in Hoch-/Tiefpass-Schaltung in Serie oder nicht. "Y"=Yes: 2 C-Bänke bei Tiefpass oder 2 L-Bänke bei Hochpass als Shunt am Antennenausgang in Serie geschaltet, "N"=No: nur eine Bank geschaltet. Stellt die Anzeige für L und C für Hoch-/Tiefpassschaltung um. Einstellen 0 oder 1 mit dem Encoder. Wertebereich 0 … 1.
Setup EEPROM 9/21 Min Auto SWR: 1.20 ESC Sto Ret Next	"Bestes" SWR, das bei einer automatischen Abstimmung mindestens erreicht werden soll. Wertebereich 1,01 … 2,00, Auflösung 0,01.
Setup EEPROM 10/21 AutoSave Y(1) N(0) 1 ESC Sto Ret Next	Neu ab V4.00: Abspeichern Tunerdaten nach autom. Abstimmung. "Y"=Yes: Tunerdaten mit besserem SWR sofort abspeichern. "N"=No: Bei besserem SWR Hinweis zu späterem manuellen Abspeichern. Einstellen 0 oder 1 mit dem Encoder. Wertebereich 0 … 1.
Setup EEPROM 11/21 Max tune power: 10W ESC Sto Ret Next	Maximale TX-Leistung, die während der ATU-Relaisumschaltung zur Schonung der Relaiskontakte erlaubt wird. Wertebereich 1 … 50 W, Auflösung 1W.
Setup EEPROM 12/21 ADC runs: 5 ESC Sto Ret Next	Anzahl der ADC-Messungen zur Mittelwertbildung SWR und mittlere Leistung. Die PEP-Auswertung (Setup 12) ist davon unabhängig. Ein hoher Wert verlangsamt die Anzeige. Wertebereich 1 … 50, Auflösung 1.
Setup EEPROM 13/21 PEP hold: 1.0sec ESC Sto Ret Next	Zeit, innerhalb der der ADC im Forward-Kanal die maximale Peakamplitude zur Ermittlung der Peak envelope power (PEP) abtastet. Wertebereich 0,1 … 19,0 sec, Auflösung 0,1 sec.
Setup EEPROM 14/21 Coupl. fac: 27.2dB ESC Sto Ret Next	Kopplungsfaktor (positiv), bei Tandem match-Ringkernen 20*LOG(1/N), N=Windungszahl. Wertebereich 10,0 … 40,0 dB, Auflösung 0,1 dB.

`Setup EEPROM 15/21`
`Log amp att: 6.0dB`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Abschwächer zwischen Koppler und Log Amp zur Reduzierung der maximalen Leistung am Eingang des Log Amp.
	Wertebereich 0,0 … 50,0 dB, Auflösung 0,1 dB.
	Die Summe aus Kopplungsfaktor (#14) und Abschwächung (#15) ergibt zusammen mit der Kalibrierung die TX-Leistung (dBm/W).

`Setup EEPROM 16/21`
`Calib lo: -60.0dBm`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Unterer Kalibrierungspunkt der linearen Log Amp-Kennlinie für eine Zweipunktkalibrierung.
	Wertebereich -90,0 … -40,0 dBm, Auflösung 0,1 dB.

`Setup EEPROM 17/21`
`Calib hi: 10.0dBm`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Oberer Kalibrierungspunkt der linearen Log Amp-Kennlinie für eine Zweipunktkalibrierung.
	Wertebereich -20,0 … +30,0 dBm, Auflösung 0,1 dB.

`Setup EEPROM 18/21`
`Limit lo: -70.0dBm`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Untere Grenze der Log Amp-Kennlinie, bis zu der mit Extrapolation der Kalibrierungsgerade noch Messungen ausgewertet werden.
	Wertebereich -90,0 … -40,0 dBm, Auflösung 0,1 dB.

`Setup EEPROM 19/21`
`Limit hi: 15.0dBm`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Obere Grenze der Log Amp-Kennlinie, bis zu der mit Extrapolation der Kalibrierungsgerade noch Messungen ausgewertet werden.
	Wertebereich -20,0 … +30,0 dBm, Auflösung 0,1 dB.

`Setup EEPROM 20/21`
`Addr. 0050 -> 1.805`
`L 18.8u C 10p L`
`ESC --- Ret Next`
	Gespeicherte Bandsegmentdaten ansehen,
	Auswahl mit dem Encoder.
	Zeile 2: EEPROM-Adresse und Bandsegment-Mittenfrequenz
	Zeile 3: ATU-Einstellung L (18,8 µH), C (10pF), Lowpass für dieses Bandsegment.

`Setup EEPROM 21/21`
`Init EEPROM?`
`No(0),All(1),Seg(2)0`
`ESC --- Ret Next`
	Neuinitialisierung des EEPROM, wahlweise:
	No(0): Nein, keine Neuinitialisierung des EEPROM.
	All(1): Komplette Neuinitialisierung des EEPROM.
	Alle gespeicherten Daten gehen dabei verloren!!!
	Seg(2): Nur die Frequenzen der Bandsegmente
	Tuner L/C-Einstellungen, Voreinstellungen aus dem AutoTune-Setup und Kalibrierungen bleiben erhalten.
	Auswahl der Optionen 0 bis 2 mit dem Encoder.
	Bestätigung und Ausführung mit Druck auf den Encoderknopf.

Vorsicht bei der Option "All (1)": Alle gespeicherten Daten gehen dabei verloren.
Zur Erhöhung der Aufmerksamkeit blinken die Man-, Auto- und SWR-LED.

Diese EEPROM-Daten sind zusammen mit den Daten der Amateurbänder in der Datei "ATU_Contoller_EEPROM_Data_400.bas" vorbesetzt. Wer eine BASCOM Voll-Lizenz besitzt, kann die Daten seinen Gegebenheiten anpassen. Diese Datei muss zum Kompilieren im gleichen Verzeichnis wie die Programm-.bas-Datei liegen. Nach Kompilieren und Flashen eines fabrikfrischen Controllers stehen die Daten aus o.g. Datei dann im EEPROM zur Verfügung. Beim ersten Start des Programms wird das EEPROM eines fabrikfrischen Controllers komplett initialisiert. Siehe dazu auch Abschnitt 7.2, bei Programm-Updates insbes. Option "EESAVE".

Bei möglichen Anpassungen ist allerdings Zurückhaltung geboten, da die EEPROM-Struktur (siehe File "ATU Data V400.xlsx") für die in der Bändertabelle in Abschnitt 2.2 vorgesehenen Bänder und Segmente je Band mit den entsprechenden Speicherplätzen festgelegt ist:

Band	160m	80m	60m	40m	30m	20m	17m	15m	12m	10m	6m
Segmente	20	30	8	10	3	12	4	12	2	29	20

5 Kalibrierung

Für die eingesetzten logarithmischen Verstärker AD8307 wird eine Zweipunktkalibrierung an zwei Stützstellen im linearen Anzeigebereich vorgenommen, z.B. bei -60 und +10dBm. Die Berechnung der gemessenen Leistung erfolgt über die Zweipunkteformel für eine Gerade. Aus der so gewonnenen Geradengleichung werden aus den gemessenen ADC-Werten des FWD- und REV-Kanals die entsprechenden Leistungen in dBm bzw. in Watt berechnet. Bei der Kalibrierung geht es darum, eine bekannte Leistung den gemessenen ADC-Werten an den o.g. Eckpunkten zuzuordnen.

Die 10 Bit-ADC des Controller-ATmega zählen von 0 … 1023. Mit der im Controller festgelegten ADC-Referenzspannung von 2,56V ist damit die maximal messbare Spannung, nämlich 2,56V, definiert. Die maximale Ausgangsspannung der AD8307 ist ~ 2,5V bei einer Eingangsleistung von 20dBm, bei der o.g. oberen Messgrenze von 10dBm ~ 2,3V. Je nach zu messender TX-Leistung sind damit über einen geeigneten Kopplungsfaktor der Koppler-Ringkerne (≙ Windungszahl) sowie Abschwächer vor den AD8307 diese Verhältnisse so einzustellen, dass die ADC mit bestmöglicher Auflösung arbeiten. Beispielrechnungen weiter unten.

Es sind mehrere Optionen für die Kalibrierung möglich:

1. Verwendung des Kopplers und eines TX (Abschnitt 5.1).
   Entsprechend den im Setup festgelegten Werten für den Kopplungsfaktor (Setup #13), den Abschwächer (Setup #14) und den Input-Eckwerten der AD8307 (low, Setup #15) und high (Setup #16) sind die TX-Leistungen einzustellen. Vier Messungen für Koppler "vorwärts" bzw. "rückwärts", jeweils low und high level. Der Koppler wird mit einer 50Ω-Dummyload abgeschlossen.
   Diese Option scheidet dann aus, wenn die Dummyload die Maximalleistung für den oberen Messpunkt nicht verkraftet.
2. Messung am AD8307-Modul ohne Koppler (Abschnitt 5.2).
   Die Option 2 zusammen mit der Option 3 wird i.a. die praktikablere sein, da deutlich geringere Leistungen erforderlich sind. Die aus der Windungszahl der Kopplerkerne berechnete Koppeldämpfung wird dabei als korrekt angenommen, was i.d.R. so zutrifft.
   Die high/low-Leistungen am Eingang der AD8307, etwa +10 und -60dBm, lassen sich ggf. einfacher mit einem Messsender einstellen, ggf. auch mit einem HF-Abschwächer. Es sind nur 2 Messungen (low/high level) nötig. Die FWD-/REV-Verbindungen vom Koppler zum AD8307-Modul werden vorübergehend getrennt.
3. Manuelle Eingabe der ADC-Werte (Abschnitt 5.3).
   Wurde nach Option 2 verfahren, können die ermittelten Werte für high/low, etwa für den Vorwärtskanal, für den jeweils anderen Kanal manuell eingegeben werden.
   Diese Option wird auch hilfreich sein, wenn aus irgendeinem Grund die Kalibrierung nach 1 oder 2 schief gegangen ist oder EEPROM-Werte für die Kalibrierung unstimmig sind. Das erspart eine neue Kalibrierung.

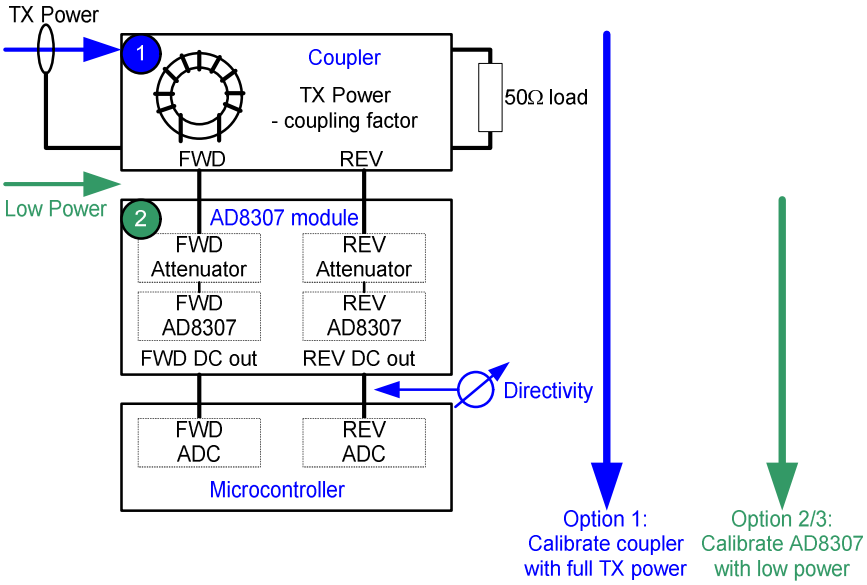


Abb. 5.1: Auswerteeinheit für Power und VSWR.

Option 2 ist für jungfräuliche Controller noch ohne im EEPROM gespeicherte Kalibrierung zunächst die einzige Alternative, wenn nach Start des Programms die Aufforderung erscheint, den Koppler zu kalibrieren (s.o. 2.1.2). Für die Option 1 wäre die Festlegung von Kopplungsfaktor und Abschwächer im Setup, das in diesem Fall noch nicht zugänglich ist, erforderlich. Im Bereich bis ca. 30MHz ist die u.a. Berechnung des Kopplungsfaktor hinreichend genau.

Zahlenbeispiel für die gängigen 100W-TRX:

Ringkerne	Kopplungs-faktor	TX-Power Max	FWD/REV Attenuator	AD8307 Input max
25 Wdg.	-27,96dB	50dBm	12dB	10,04dBm

Der Kopplungsfaktor berechnet sich aus $20 * Log_{10}(1/N)[dB]$, N = Ringkern-Windungszahl.
Er gibt das Verhältnis der über den Ringkern ausgekoppelten Leistung zur primären TX-Leistung in dB an. Mit einer 750W-PA wären Kopplungsfaktor mit einer höheren Windungszahl (max. ca. 30) zu erhöhen und ggf. der Abschwächer anzupassen.

Kalibrierungseckpunkte für den AD8307 mit dieser Konfiguration, Kopplungsfaktor positiv:

AD8307 Input	Option 1 TX Power Input am Koppler	Option 2 Low Power Input an AD8307-Modul
-60dBm	-60+12+27,96 = -20,05dBm	-60+12 = -48dBm
+10dBm	+10+12+27,96 = +49,96dBm	+10+12 = +22dBm

Vor der Kalibrierung ist es angebracht, die **Richtschärfe** mit dem C-Trimmer (Website ATU 2017, Abb. 1.7) zu optimieren, falls ein solcher vorgesehen ist. Eine Kalibrierung Leistung zu ADC-Wert braucht es dazu nicht.

- ❑ Hierzu den TX mit kleiner Leistung (< 1W) oder einen Messsender, Frequenz z.B. 14MHz, und einen (guten) 50Ω-Abschluss als Antennenlast wie in Abb. 5.2 weiter unten am Koppler anschließen.
- ❑ Am REV DC-Ausgang des AD8307-Moduls mit einem Digitalvoltmeter die REV-Spannung messen (Abb. 5.1).
- ❑ Diese mit dem Trimmer auf ein Minimum abgleichen. Fertig.

Es ist auf alle Fälle ratsam, die Kalibrierung zu protokollieren, z.B. im Excel-Sheet "ATU Data…", um ggf. mit Option 3 die im EEPROM gespeicherten Daten zu korrigieren.

Calibrate coupler **Select with encoder** **With TX →Encoder key** **ESC**	Kalibrierungs-Eingangsmenü Auswahl "With TX" (Abschnitt 5.1) oder "By hand" (Abschnitt 5.3) mit dem Encoder. Bestätigung mit Druck auf den Encoderknopf (Encoder key). **ESC**: Kalibrierung verlassen.

5.1 Kalibrierung mit Koppler und TX (Option "with TX")

Um den Koppler jeweils mit sauberem Abschluss zu kalibrieren, müssen je nach Kanal die Signalquelle (TX) und die 50Ω-Dummyload wechselseitig umgesteckt werden. Vorteilhaft ist eine Dummyload mit Messausgang zur Bestimmung der anliegenden TX-Leistung. TX wird im CW-Betrieb - Dauerstrich betrieben. Die Dummyload muss das aushalten können. Für die Low level-Kalibrierung ggf. einen Messsender verwenden. Im Excel-Sheet "ATU Data …" im Download kann die Kalibrierung protokolliert werden.

Unabhängig von der Einstellung in Setup 13 (ADC runs) werden bei der Kalibrierung Mittelwerte aus jeweils 50 ADC-Messungen gebildet. Es dauert also eine Weile.

Messung des FWD (Forward)-Kanals

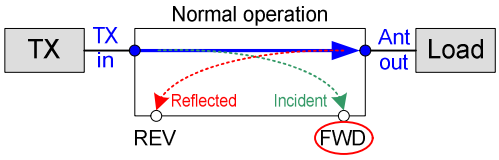


Abb. 5.2: Koppler "vorwärts" betrieben.
TX an TX in-Eingang, Dummy Load an Ant out-Ausgang.
Das im FWD-Kanal ausgekoppelte Signal wird gemessen. "Incident" = "FWD".

Messung des REV (Reverse)-Kanals

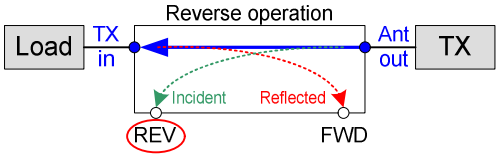


Abb. 5.3: Koppler "rückwärts" betrieben.
Dummy Load an TX in-Eingang, TX an Ant out-Ausgang.
Das im REV-Kanal ausgekoppelte Signal wird gemessen. "Incident" = "REV".

Die hier gezeigten Daten wurden am hiesigen Koppler für Leistungen < 100W aufgenommen.

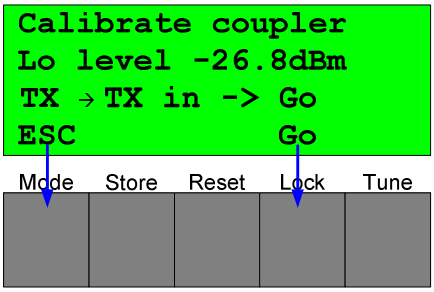


Abb. 5.4: Tastenbelegung zur Herstellung der Anschlusskonfiguration,
hier TX an TX in, Load an Ant out (Abb. 5.2),
low level-Messung des FWD-Kanals.
Nach Anschluss von TX und Dummyload an die Koppler-Ports weiter mit **Go** (Abb. 5.5).
ESC: Kalibrierung verlassen.

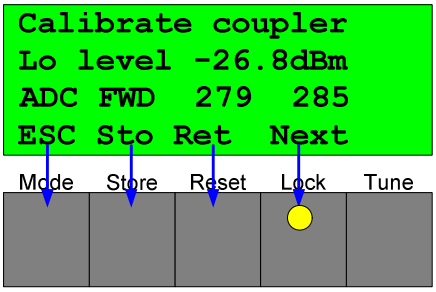


Abb. 5.5: Tastenbelegung zur Übernahme des gemessenen ADC-Wertes, hier des FWD-Kanals.
"279" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert.
"285" = neu gemessener ADC-Wert. Während der Messung blinkt die Lock-LED.

ESC Kalibrierung verlassen.
Sto Neuen ADC-Wert im EEPROM speichern.
Ret Zur vorherigen Kalibrierung ohne Abspeichern
Next Zur nächsten Kalibrierung ohne Abspeichern.

Die zwei vom TX zu liefernden Leistungspegel zur Kalibrierung der logarithmischen Verstärker (Log Amp) ergeben sich aus der Summe der im Setup festgelegten Größen

- ❑ Eingangspegel des Log Amp, z.B- -60 (low) bzw. +10dBm (high),
- ❑ plus Kopplungsfaktor, z.B. 27,2dB,
- ❑ plus Abschwächer zwischen Koppler und Log Amp-Eingang, z.B. 6dB.

Die daraus berechnete und an den Koppler anzulegende Leistung wird angezeigt.

Beispiel für meinen Low-Power TRX:

Log Amp input	Koppl.-Faktor	Abschwächer	TX-Leistung	
-60dBm (low)	+ 27,2dB	+ 6dB	= -26,8dBm	0,002mW
+10dBm (high)	+ 27,2dB	+ 6dB	= +43,2dBm	20,89W

Umrechnung dBm in W: $P(W) = 10^{\frac{P(dBm)-30}{10}} = \frac{10^{\frac{P(dBm)}{10}}}{1000}$

Umrechnung W in dBm: $P(dBm) = 10 * Log_{10}\big(P(W)\big) + 30$

Diese Formeln sind im Excel-Sheet "ATU Data …", Reiter "Calculations", programmiert.

5.1.1 Low level Kalibrierung

Calibrate coupler **Lo level -26.8dBm** **TX → TX in ->Go** **ESC Go**	Es wird die erforderliche TX-Leistung für die untere Kalibrierungs-stützstelle vorgegeben. Diesen Wert mit entsprechenden Ab-schwächern am TX einstellen. Anschluss "vorwärts" nach Abb. 5.2. Dann "Go"-Taste betätigen.
Calibrate coupler **Lo level -26.8dBm** **ADC FWD 279 285** **ESC Sto Ret Next**	In der dritten Zeile werden für den **FWD** (Forward)-Kanal angezeigt: Im EEPROM gespeicherter und aktuell gemessener ADC-Wert. "279" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert. "285" = neu gemessener ADC-Wert. Während der Messung (50 Einzelmessungen) blinkt die Lock-LED. Neue Messung mit **Sto** im EEPROM speichern.
Calibrate coupler **Lo level -26.8dBm** **TX → Ant out->Go** **ESC Go**	TX-Leistung unverändert. Anschluss "rückwärts" nach Abb. 5.3 (TX an Anschluss Ant out, Dummy load an TX in). Dann "Go"-Taste betätigen.
Calibrate coupler **Lo level -26.8dBm** **ADC REV 274 281** **ESC Sto Ret Next**	In der dritten Zeile werden für den **REV** (Reverse)-Kanal angezeigt: Im EEPROM gespeicherter und aktuell gemessener ADC-Wert. "274" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert. "281" = neu gemessener ADC-Wert. Während der Messung (50 Einzelmessungen) blinkt die Lock-LED. Neue Messung mit **Sto** im EEPROM speichern.

5.1.2 High level Kalibrierung

Calibrate coupler **Hi level 43.2dBm** **TX → TX in ->Go** **ESC Go**	Es wird die erforderliche TX-Leistung für die obere Kalibrierungs-stützstelle vorgegeben. Diesen Wert am TX einstellen. Anschluss "vorwärts" nach Abb. 5.2. Dann "Go"-Taste betätigen.

Calibrate coupler Hi level 43.2dBm ADC FWD 988 992 ESC Sto Ret Next	In der dritten Zeile werden für den **FWD** (Forward)-Kanal angezeigt: Im EEPROM gespeicherter und aktuell gemessener ADC-Wert. "988" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert. "992" = neu gemessener ADC-Wert. Während der Messung (50 Einzelmessungen) blinkt die Lock-LED. Neue Messung mit **Sto** im EEPROM speichern.

Calibrate coupler Lo level 43.2dBm TX → Ant out->Go ESC Go	TX-Leistung unverändert. Anschluss "rückwärts" nach Abb. 5.3 (TX an Anschluss Ant out, Dummy load an TX in). Dann "Go"-Taste betätigen.

Calibrate coupler Hi level 43.2dBm ADC REV 978 981 ESC Sto Ret Next	In der dritten Zeile werden für den **REV** (Reverse)-Kanal angezeigt: Im EEPROM gespeicherter und aktuell gemessener ADC-Wert. "978" = im EEPROM gespeicherter alter ADC-Wert. "981" = neu gemessener ADC-Wert. Während der Messung (50 Einzelmessungen) blinkt die Lock-LED. Neue Messung mit **Sto** im EEPROM speichern.

Bei der erstmaligen Kalibrierung müssen alle vier ausgeführt werden. Die Vollständigkeit wird am Ende überprüft: "Calibration complete" oder "*Calib data missing*", wenn Daten fehlen.

Wenn nachträglich auch nur eine der vier Kalibrierungen geändert wurde, bitte **bis zum Ende** mit "Go" und "Next" durchtasten. Das Programm wird dann wieder gestartet, um die Kalibrierungsgeraden neu zu berechnen. Alternativ das Steuergerät aus und wieder einschalten.

5.2 Kalibrierung am AD8307-Modul ohne Koppler (Option "with TX")

Am FWD-Eingang des AD8307-Moduls wird das High-Level-, am REV-Eingang das Low-Level-Signal eingespeist. Die vom Messsender zu liefernde Leistung für die genannten Pegel muss jeweils um die Dämpfung des Abschwächers vor den AD8307 erhöht werden. Der AD8307 misst dann die vorgegebenen Eckwerte, z.B. -60 bzw. +10dBm. Da der Koppler für den Vorwärts- und den Reflexionskanal bis auf minimale Unterschiede symmetrisch ist, ergeben sich aus den 2 Messungen (high/low), z.B. nur für den Vorwärtskanal, sogleich die identisch angenommenen Werte für den jeweils anderen Kanal.

Es wird jeweils eine Low- und eine High-Level-Messung für einen Kanal, etwa FWD, wie in Abschnitt 5.1 beschrieben vorgenommen. Die Ergänzung für den anderen Kanal erfolgt manuell (Abschnitt 5.3).

5.3 Manuelle Eingabe der ADC-Werte (Option "by hand")

Calibrate coupler Lo level -60.0dBm ADC FWD 279 ESC Sto Ret Next	In der dritten Zeile wird für den **FWD** (Forward)-Kanal der im EEPROM gespeicherte ADC-Wert angezeigt. Ändern mit dem Encoder, aufwärts in 10er, abwärts in 1er-Schritten. Neuen Wert mit **Sto** im EEPROM speichern.

In Zeile 2 werden jeweils die im Setup #14 und 15 festgelegten Kalibrierungseckpunkte für die Pegel an den AD8307-Eingängen angezeigt. Tastensteuerung laut Zeile 4 analog Abschnitt 5.1.

Nachfolgend werden angeboten, ADC-Werte beispielhaft aus der Kalibrierung am Mustergerät:

Lo level -60.0dBm ADC REV 281	Low level, ADC REV
Hi level 10.0dBm ADC FWD 990	High level, ADC FWD
Hi level 10.0dBm ADC REV 988	High level, ADC REV

Abspeichern geänderter Werte mit Sto nicht vergessen. Wenn nachträglich auch nur eine der vier Kalibrierungen geändert wurde, bitte **bis zum Ende** mit "Next" durchtasten. Das Programm wird dann wieder gestartet, um die Kalibrierungsgeraden neu zu berechnen. Alternativ das Steuergerät aus und wieder einschalten.

6 Auto Tuning

Im Automatic-Mode ist eine automatische Antennenanpassung implementiert. Sie wird mit Betätigen der Tune-Taste angestoßen. Dazu wird der TRX über PTT in CW-Dauerton mit definierter geringer Leistung umgeschaltet. Nochmaliges Drücken während des Abstimmvorgangs bricht den automatischen Scan wieder ab. Das kann einen kurzen Augenblick dauern, bis die momentane Suchschleife durchlaufen ist.

Vor dem Auto Tuning werden einige Prüfungen durchlaufen:

- ❑ Die aktuelle TRX-Frequenz muss in einem legalen Band liegen.
  Falls die Frequenzabfrage mit TRXCom nicht zur Verfügung steht, wird das TX-CW-Signal eingeschaltet und die Frequenz mit dem Counter gemessen.
  Mit TRXCom steht die Frequenz bereits zur Verfügung.
  Abseits der legalen Bänder werden das TX-Signal sofort wieder ausgeschaltet und das Auto Tuning abgebrochen.
- ❑ Anschließend wird die Leistung des TX-CW-Signals gemessen. Entspricht sie nicht den Vorgaben (> 0 und < Wert in Setup #11), schaltet das TX-Signal ab und das Auto Tuning wird abgebrochen.

  In allen Fällen werden entsprechende Fehlermeldungen auf dem LCD angezeigt.

Ist das gemessene SWR kleiner als das im Setup #9 festgelegte Ziel-SWR, erübrigt sich eine weitere Antennenanpassung. Auch hier beendet sich das Auto Tuning.

6.1 Funktionsweise

L und C werden in einem im Auto tune-Setup (Abschnitt 6.2) festgelegten groben Raster variiert. Bei jeder L-/C-Kombination werden Vor- und Rücklauf gemessen und daraus über die LogAmp-Kalibrierung der Return Loss berechnet. Dieser ist die Differenz der gemessenen Vorlauf- und der Rücklaufleistung

Return Loss (dB) = P_{FWD} (dBm) - P_{REV} (dBm)

Wegen des geringeren Rechenaufwandes wird mit Return Loss gerechnet, der maximiert wird.

Im Auto Tuning-Setup (s.u. 6.2) können

- die Startwerte und Endwerte für L bzw. C,
- die anfängliche maximale Schrittweite
- sowie Hoch-/Tiefpass.

festgelegt werden. Damit kann die unnötige Suche im resonanzfreien Bereich übersprungen werden, was einen erheblichen Performancegewinn bringt.

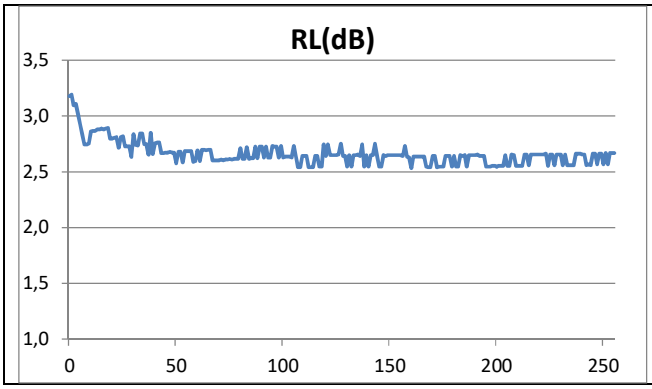


Abb. 6.1: Anfangsbedingung:
Return Loss 3,6MHz,
C=0, Variation x-Achse L (0…255).

Bei der ersten Inbetriebnahme ohne Kenntnis der Anpassungsparameter für L, C und Hoch- / Tiefpass wird es sinnvoll sein, im Auto Tuning Setup (s.u. 6.2) für die Start- und Endwerte von L und C die Minimal- bzw. Maximalwerte, Anfangsschrittweiten je 8 bis 16, zunächst vorzugeben und damit erste Versuche jeweils etwa in Bandmitte zu machen. Bei diesem ersten Anpassungsversuch werden die gefundenen L- und C-Werte und Hoch-/Tiefpass für das gesamte Band im EEPROM als erste Vorgabe gespeichert.

Da so der gesamte Einstellungsbereich des Tuners überstrichen wird, dauert das Auto Tuning zunächst etwas länger. Wiederholung des Vorgangs jeweils am Bandanfang und -ende. Diese werden in der Folge individuell für das jeweilige Bandsegment im EEPROM gespeichert. Wurde das AutoSave (Setup #10) gesetzt, erfolgt das Abspeichern automatisch. Mit den nun gefundenen Einstellbereichen können anschließend die Werte je Band im Auto Tuning Setup für eine schnellere Suche in nun eingeschränkten Bereichen angepasst werden. Aus der Spanne der L- und C-Werte kann ebenfalls deren Anfangsschrittweite festgelegt werden. Wahlweise ist auch eine etwas mühsamere Anpassung per Hand mit dem Encoder im Manual Mode möglich.

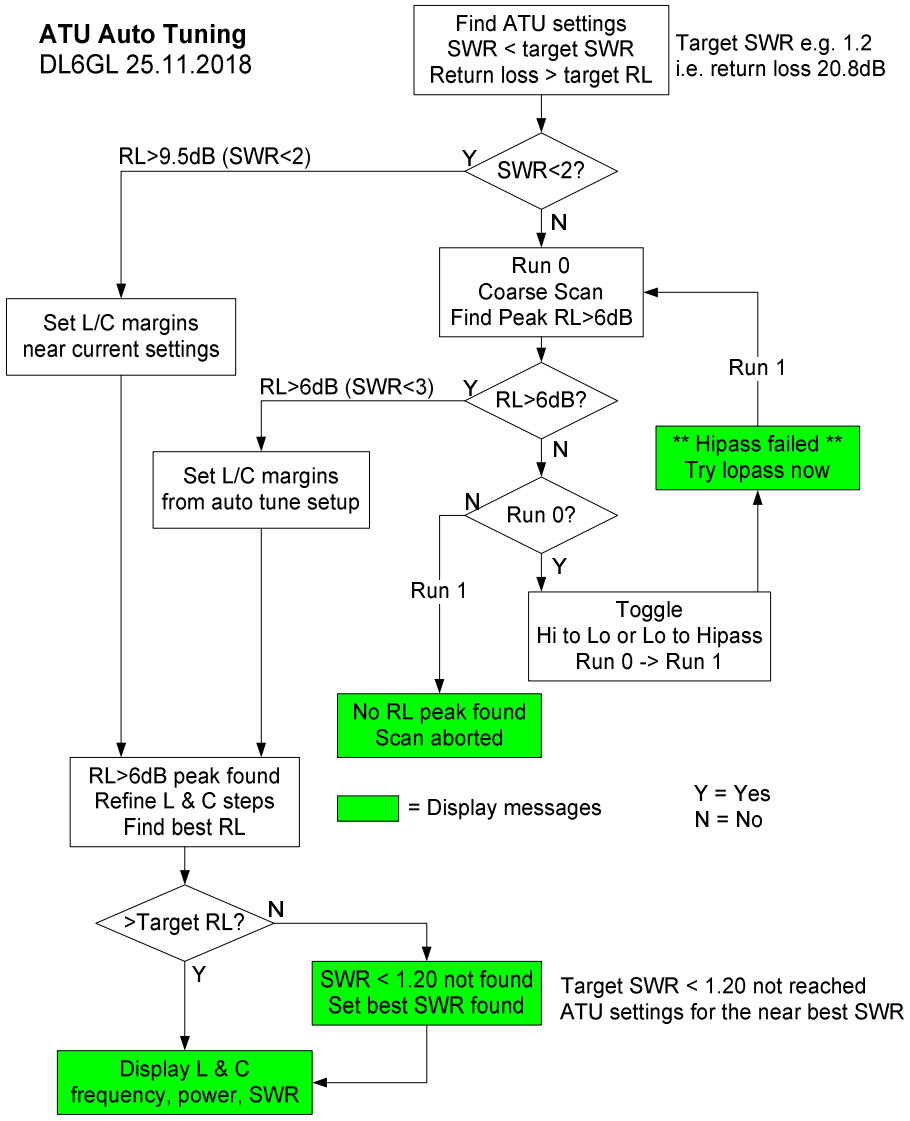


Abb. 6.2: Programmlogik des Auto Tuning.

Die Suchstrategie wurde im Update V3.04 nach V3.10 geändert.

Wird der TX während des Auto Tunings ausgeschaltet, bricht der Scan ab.

Es wird zunächst nach dem ersten Auftreten eines Return Loss-Peaks über den gesamten im Auto Tuning Setup festgelegten Wertebereich von L und C und deren Anfangsschrittweiten gesucht.

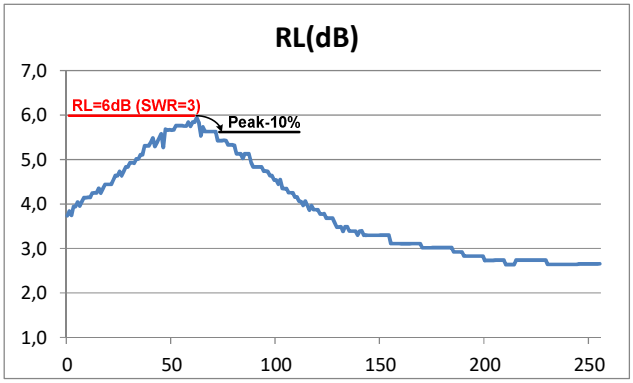


Abb. 6.3: Suche nach einem Return Loss-Peak > 6dB C=130 (424pF), L= 62 (8,3µH).

Ein Peak wird als solcher identifiziert,

- wenn der Return Loss 6dB überschreitet, d.h. das SWR kleiner als 3 wird
- und der Return Loss wieder um 10% abgefallen ist.

Nachdem ein solcher Peak gefunden wurde, wird die Grobsuche abgebrochen.

Wird ein solcher Peak mit der Voreinstellung im Auto Tuning Setup als Hoch- bzw. Tiefpass (s.u. 6.2) **nicht gefunden**, wird mit der jeweils anderen Einstellung ein zweiter Grob-Scan versucht.

Zeile 3	`** Hipass failed **`	Voreinstellung war Hochpass.
Zeile 4	`Try lopass now`	Zweiter Versuch mit Tiefpass.

Ist auch der zweite Versuch erfolglos, wird eine weitere Suche unterbunden, wäre auch sinnlos. Entweder ungünstige Einstellungen im Auto Tuning Setup (s.u. 6.2) für das Band oder Einstellbereich des Tuners für eine Resonanz auf der betreffenden Frequenz unzureichend. Meldung:

Zeile 3	`* No RL peak found *`	Bei der Grobsuche kein Return loss > 6dB gefunden.
Zeile 4	`*** Scan aborted ***`	Keine weitere Optimierungssuche.

Nach Auffinden eines RL>6dB-Peaks wird um diesen nun ein Raster gelegt mit den Kantenlängen der erstmaligen Schrittweite für L und C. Innerhalb dieses Rasters wird mit Variation von L und C mit der halbierten Schrittweite das Peakmaximum lokalisiert. Wird ein neues Maximum gefunden, erfolgt eine neuerliche Anpassung des Suchrasters um den neuen Peak. Das Raster wird entsprechend der Änderung der neuen Peakposition unterschiedlich gelegt.

- ❑ Der neue L-/C-Wert ist größer als der vorherige:
  Untere Rastergrenze ist L-/C-Wert - 1 x Schrittweite,
  Obere Rastergrenze ist L-/C-Wert + 2 x Schrittweite.
- ❑ Der neue L-/C-Wert ist kleiner als der vorherige:
  Untere Rastergrenze ist L-/C-Wert - 2 x Schrittweite,
  obere Rastergrenze ist L-/C-Wert + 1 x Schrittweite.
- ❑ Der neue L-/C-Wert ist unverändert:
  Raster mittig um den L-/C-Wert, Grenzen +/- Schrittweite

Wenn kein neues Maximum mehr zu finden ist, wird die Schrittweite erneut reduziert. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis das gefundene Maximum den Ziel-Return Loss überschreitet, d.h. das Ziel- SWR, etwa 1,2, unterschreitet oder aber die minimale Schrittweite 1 erreicht ist.

Je nach L-C-Kombination wandert die Peakposition, im gezeigten Beispiel
von der Peaksuche (L=8,3µH, C=424pF) nach L=4µH und C=543pF.
Mit zunehmender Optimierung wird der Peak zunehmend schmaler und natürlich höher.

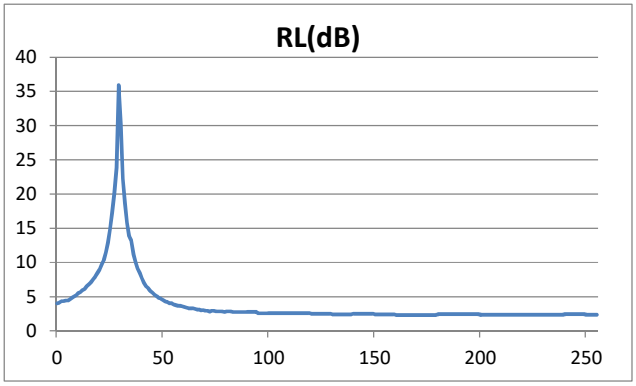


Abb. 6.4: Optimale Anpassung 3,6MHz,
L=29 (4µH), C=168 (543pF).
Return Loss 36dB = SWR 1,04

Wird das gewünschte Ziel-SWR nicht erreicht, stellt sich der Tuner auf das beste gefundene SWR ein.

Ist das aktuelle SWR < 2, wird nur in der näheren Umgebung der aktuellen L- und C-Werte nach einem besseren SWR gesucht. Falls die Vorgabe aus dem Auto Tuning Setup nicht mit der aktuellen Einstellung als Hoch-/Tiefpass übereinstimmt, wird die aktuelle Einstellung beibehalten.

Aufgrund der Scan-Ergebnisse ist es u.U. angebracht, die Voreinstellungen im Auto Tuning-Setup zu erweitern oder einzugrenzen, um die Suche mit passenderen Anfangsbedingungen zu beschleunigen oder überhaupt möglich zu machen.

Zu beachten ist, dass die einmal gefundenen optimalen Abstimmungen nicht beständig sind. Je nach Witterung ändern sich Bodenbeschaffenheit unter der Antenne und die elektrischen Eigenschaften der Antenne selber. Es liegt also nicht am ATU, wenn nach einem Regenguss i.d.R. geringfügige Korrekturen vorzunehmen sind.

6.2 Auto Tuning Setup

Es wäre ja nun reine Zeitverschwendung, sich mit der Suche in den resonanzfreien Bereichen aufzuhalten. Ein Extrembeispiel dazu hat mein 2x13,75m langer Dipol im 15m-Band zu bieten. Hier ist der Dipol mit annähernd 2λ resonant mit dem Ergebnis, dass der Variationsbereich im gesamten Band für L und C mit L = 0,8 bis 0,9µH und C = 40 bis 50pF sehr schmal ist. Dieser Bereich wäre also einzugrenzen und mit geringer Schrittweite zu überstreichen.

Um das Auto Tuning zu beschleunigen, können hier Einstellungen für jedes der 11 Bänder vorgenommen werden. Sie werden in der Regel aus vorangegangenen Auto Tuning-Versuchen oder mit der manuellen Abstimmung ermittelt, z.B. an Band-Anfang, -Mitte und -Ende. In Setup #19 (Abschnitt 4) sind diese gespeicherten Einstellungen einsehbar, um daraus die Wertebereiche und sinnvolle Schrittweiten zu ermitteln.

Setup auto tune 160m **Select band** **→Encoder** **OK →Encoder key** **ESC Sto Ret Next**	Die Bänder 160 bis 6m stehen zur Auswahl.

Die Auswahl des Amateurbandes ist auf zwei Arten möglich:

1. Mit den Drehencoder, vorteilhaft, wenn ein bestimmtes Band zu wählen ist.
   Bestätigung mit Druck auf den Encoderknopf.
2. Mit der Next-Taste.
   Damit werden alle Einstellungen durchgetastet.

Die Tastenfunktionen werden wie im Setup (Abschnitt 4) in Zeile 4 angezeigt:

ESC Setup verlassen
Sto Aktuelle Einstellung im EEPROM speichern
Ret Zur vorherigen Setup-Einstellung ohne Abspeichern
Next Zur nächsten Setup-Einstellung ohne Abspeichern.

Die Start- und Endwerte werden bei der ersten Grobsuche nach dem RL-Peak verwendet. Bei diesen beiden Einstellungen sind die jeweils untersten und obersten Grenzen für C und L mit etwas Luft nach oben und unten im jeweiligen Band vorzunehmen.

Setup auto tune 160m **Start C: 0 17pF** **ESC Sto Ret Next**	Der Auto Tune-Lauf beginnt mit einem wählbaren Kapazitätswert, um die Suche im resonanzfreien Bereich zu überspringen. Die erste Zahl ist der Binärwert 0...255 der Schaltstufe, dazu die berechnete Kapazität. Einstellung mit dem Encoder.

Setup auto tune 160m **End C: 255 815pF** **ESC Sto Ret Next**	Der Auto Tune-Lauf endet mit einem wählbaren Kapazitätswert, um die Suche im resonanzfreien Bereich zu überspringen. Die erste Zahl ist der Binärwert 0...255 der Schaltstufe, dazu die berechnete Kapazität. Einstellung mit dem Encoder.

`Setup auto tune 160m`
`Start L:  0  0.2uH`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Der Auto Tune-Lauf beginnt mit einem wählbaren Induktivitätswert, um die Suche im resonanzfreien Bereich zu überspringen.
	Die erste Zahl ist der Binärwert 0...255 der Schaltstufe, dazu die berechnete Induktivität. Maximalwert der "Christian"-Option: 127.
	Einstellung mit dem Encoder.

`Setup auto tune 160m`
`End L:  255  33.3uH`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Der Auto Tune-Lauf endet mit einem wählbaren Induktivitätswert, um die Suche im resonanzfreien Bereich zu überspringen.
	Die erste Zahl ist der Binärwert 0...255 der Schaltstufe, dazu die berechnete Induktivität. Maximalwert der "Christian"-Option: 127.
	Einstellung mit dem Encoder.

Die Start- und Endwerte für L und C werden während der Eingabe überwacht. Abweichungen wie Startwert > Endwert (Encoder-Einstellungen 0 … 255) werden in Zeile 3 angezeigt. Dann ist kein Abspeichern möglich.

Je nach angeschlossener Antenne und Bandfrequenz sind die Resonanzpeaks unterschiedlich breit und unterschiedlich abhängig von L bzw. C. Es ist zweckmäßig, zunächst im Manual-Mode pro Band die Empfindlichkeit der Einstellungen von L und C zu untersuchen. Eine zu große Schrittweite könnte u.U. den Resonanzpeak überspringen.

`Setup auto tune 160m`
`Max step size C:  16`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Die Step size C legt die anfängliche Schrittweite (Binärstufen) bei der Variation der Kapazitäten fest. Einstellung mit dem Encoder.
	Die Schrittweite in pF ergibt sich aus dem Wert in Setup 5/21.

`Setup auto tune 160m`
`Max step size L:  16`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Die Step size L legt die anfängliche Schrittweite (Binärstufen) bei der Variation der Induktivitäten fest. Einstellung mit dem Encoder.
	Die Schrittweite in µH ergibt sich aus dem Wert in Setup 6/21.

`Setup auto tune 160m`
`Start Lo(0),Hi(1)  0`
 	
`ESC Sto Ret Next`
	Der Auto Tune-Lauf beginnt mit der Einstellung Lowpass(0) oder Highpass(1). Wenn die Suche mit dieser Einstellung nicht zum Erfolg geführt hat, wird die andere Einstellung versucht.
	Einstellung mit dem Encoder.

Nächste Einstellung 80m, usw. bis 6m.

In der folgenden Tabelle sind beispielhaft die im Auto tuning-Setup eingestellten Suchparameter und die Ergebnisse der automatischen Abstimmung an der hiesigen Antennenanlage (2x13,75m Dipol + 12m Hühnerleiter) zusammengestellt. "Runs" ist die Anzahl der Abstimmversuche bis zum optimalen SWR bei erstmaligen Durchläufen. Nachoptimierungen sind schneller.

Automatic tuning, search for SWR < 1.2 DL6GL, 22.04.2017

		Auto tuning range settings							Auto tuning results				
Band	Freq	C start (pF)	C end (pF)	L start (uH)	L end (uH)	Hi/Lopass	Step C	Step L	L (uH)	C (pF)	SWR	Runs	sec.
80m	3,600	298	799	2,2	6,0	Lo	16	16	3,3	574	1,06	39	2
40m	7,100	17	35	0,2	2,0	Lo	2	2	0,9	23	1,16	20	2
30m	10,120	17	35	1,5	5,0	Hi	2	2	3,0	20	1,11	24	2
20m	14,200	148	254	0,4	2,6	Hi	8	4	1,2	223	1,06	59	3
17m	18,100	110	160	0,2	2,0	Hi	4	2	0,3	117	1,15	28	2
15m	21,200	29	60	0,2	2,2	Hi	2	2	0,8	48	1,19	51	3
12m	24,940	70	120	0,2	2,2	Hi	2	4	0,4	107	1,15	65	3
10m	29,000	198	420	8,0	15,0	Hi	16	16	5,9	248	1,12	31	2

7 Anhang

7.1 Verwendete Formeln

Die Kalibrierungsgerade der Log Amps (ADC-Counts nach dBm) wird mit der Zweipunkteformel berechnet. Die Endpunkte der Kalibrierungsgeraden (dBm und ADC-Counts) sind im Setup und mit der Kalibrierung festgelegt.

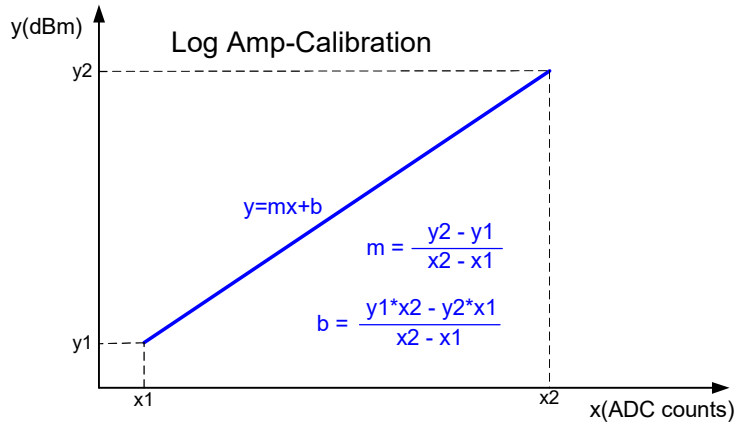


Abb. 7.1: Bestimmung der Leistung (dBm) aus der Log Amp-Kalibrierungsgeraden y=mx+b.

Die Geradengleichung ist für den FWD- und REV-Kanal jeweils über die Kalibrierungspunkte (x1, y1) und (x2, y2) festgelegt.

Umrechnung Leistung (dBm) nach Leistung (W).

$$P(W) = 10^{\frac{P(dBm)-30}{10}} = \frac{10^{\frac{P(dBm)}{10}}}{1000}$$

Umkehrung gefällig? (wird hier nicht verwendet):

$$P(dBm) = 10 * Log_{10}\big(P(mW)\big) = 10 * Log_{10}\big(P(W)\big) + 30$$

Return Loss aus den Log Amp-Kalibrierungen

$$RL(dB) = P_{FWD}(dBm) - P_{REV}(dBm)$$

Reflexionskoeffizient Γ und VSWR aus dem Return Loss

$$\Gamma = 10^{-\frac{RL}{20}} \Rightarrow VSWR = \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma}$$

Diese Formeln werden zur Anzeige der Vorwärts- und der reflektierten Leistung in Watt sowie zur Anzeige des VSWR verwendet.

Beim automatischen Suchlauf wird nicht nach gleichem Muster das aktuelle VSWR minimiert, sondern der Return Loss maximiert. Der Rechenaufwand ist geringer, also zeitsparender.

Entsprechend Abb. 7.1 wird auch hier aus den ADC-Messungen die Vor- und Rückwärtsleistung in dBm aus den Kalibrierungsgeraden berechnet. Der Return Loss ergibt sich wie oben

$$RL(dB) = P_{FWD}(dBm) - P_{REV}(dBm)$$

Um den aktuellen Return Loss mit einem Ziel-VSWR zu vergleichen, das im Suchlauf zu unterschreiten ist, wird dieses VSWR in den zu überschreitenden Return Loss umgerechnet:

$$\Gamma = \frac{VSWR-1}{VSWR+1} \text{ (Reflexionskoeffizient)} \Rightarrow RL(dB) = -20 * Log_{10}(\Gamma)$$

7.2 Setzen der Fuses vor dem Brennen

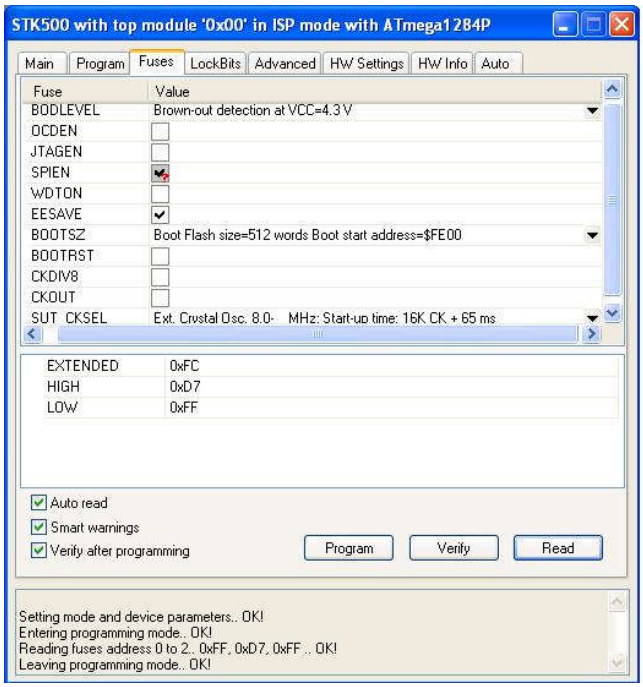


Abb. 7.2: Fuses im Controller (ATmega1284P).

Mit der Einstellung "EESAVE ☑" wird das EEPROM nur mit dem erstmaligen Brennen eines fabrikfrischen Controllers und dem Programmstart mit den Bandsegmentdaten initialisiert. Erneutes Brennen der Firmware rührt das EEPROM nicht mehr an. Wahlweise kann das EEPROM im Setup erneut initialisiert werden. Das Setzen der Brown-out-Schwelle (BODLEVEL) ist für das Schreiben ins EEPROM zu empfehlen.

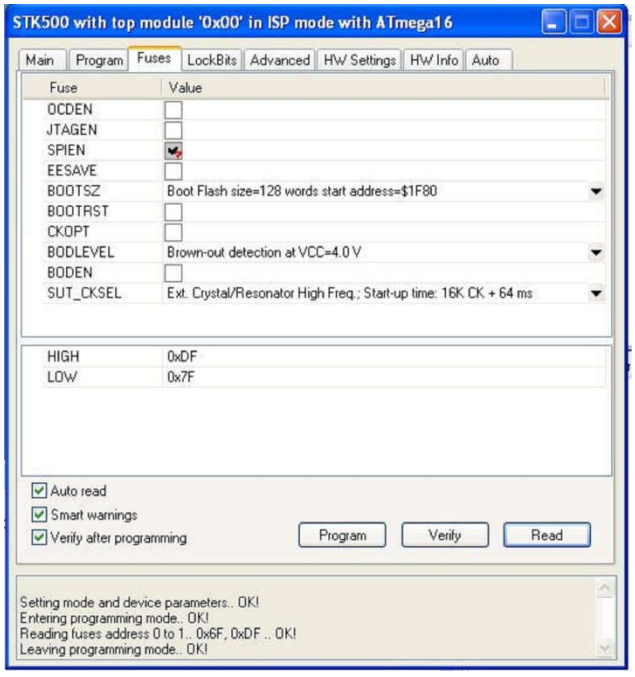


Abb. 7.3: Fuses in der Remote Unit (ATmega16).

Die Fuses in der Remote Unit (ATmega16) sind prinzipiell gleich. Die Einstellung von EESAVE ist unerheblich, da das EEPROM nicht genutzt wird. Die Boot Flash Size wird auf den minimalen Wert 128 words gesetzt.

7.3 RS485-Protokoll

7.3.1 Controller ↔ Remote Unit

Byte	Bedeutung	Wert	Kommunikation mit der ATU Remote Unit Stellauftrag von ATU Controller an Remote Unit
1	Zieladresse	0x01	
2	Absenderadresse	0x00	
3	Kommando	0xAA	
4	Stellwert L (0x00…0xFF)		
5	Stellwert C (0x00…0xFF)		
6	Stellwert Low/Highpass (0x00/0x01)		
7	Checksumme aus Bytes 1 bis 6		

Byte	Bedeutung	Wert	Kommunikation mit der ATU Remote Unit Quittierung Remote Unit an ATU Controller
1	Zieladresse	0x00	
2	Absenderadresse	0x01	
3	Kommando	0xAA	
4	ACK (0x06) oder NACK (0x21)		
5	Dummy	0xFF	
6	Dummy	0xFF	
7	Checksumme aus Bytes 1 bis 6		

Fehlercodes der Rückmeldung von der Remote Unit

Fehlercode	Bedeutung
1	Timeout, das Quittierungsprotokoll Remote Unit an Controller wurde nicht innerhalb ca. 0,7sec vollständig übertragen.
2	Zieladresse im Quittierungsprotokoll Remote Unit an Controller ist falsch (nicht Adresse des Controllers).
3	Absenderadresse im Quittierungsprotokoll Remote Unit an Controller ist falsch (nicht Adresse der Remote Unit).
4	Die mitgesandte Checksumme und die aus dem Quittierungsprotokoll berechnete Checksumme stimmen nicht überein.
5	Die Remote Unit hat das Anforderungsprotokoll Controller an Remote Unit nicht bestätigt (nicht verstanden).
6	Sonstiger Übertragungsfehler.

Für den Fall, dass Störungen auf den Kommunikationsleitungen die Signale verfälschen oder verstümmeln und somit das Protokoll unlesbar machen, helfen die Fehlercodes auch nicht weiter.

7.3.2 Controller ↔ ATU-TRXCom

Byte	Bedeutung	Wert	Kommunikation mit dem ATU-TRXCom-Modul Anforderung der TRX-Frequenz ATU Controller an ATU-TRXCom
1	Zieladresse	0x02	
2	Absenderadresse	0x00	
3	Kommando	0xFA	
4	Datenbyte 1 (Dummy)	0xFF	
5	Datenbyte 2 (Dummy)	0xFF	
6	Datenbyte 3 (Dummy)	0xFF	
7	Checksumme aus Bytes 1 bis 6		

Byte	Bedeutung	Wert	Kommunikation mit dem ATU-TRXCom-Modul Antwort: TRX-Frequenz von ATU-TRXCom an ATU Controller Nur wenn Error-Code = 0, d.h. Anforderung vom ATU korrekt, wird die Frequenz übermittelt. Sonst statt Frequenz 2x Dummy (0xFF).
1	Zieladresse	0x00	
2	Absenderadresse	0x02	
3	Kommando	0xFA	
4	Error code (=0: Anforderung OK)		
5	Frequenz (kHz) high byte		
6	Frequenz (kHz) low byte		
7	Checksumme aus Bytes 1 bis 6		

Fehlercodes der Rückmeldung vom ATU-TRXCom

Fehlercode	Bedeutung
1	Timeout, das Quittierungsprotokoll TRXCom an Controller wurde nicht innerhalb ca. 0,7sec vollständig übertragen.
2	Zieladresse im Quittierungsprotokoll TRXCom an Controller ist falsch (nicht Adresse des Controllers).
3	Absenderadresse im Quittierungsprotokoll TRXCom an Controller ist falsch (nicht Adresse der TRXCom).
4	Die mitgesandte Checksumme und die aus dem Quittierungsprotokoll berechnete Checksumme stimmen nicht überein.
5	Es wurde keine TRX-Frequenz übertragen.
6	Das Anforderungsprotokoll Controller an TRXCom war fehlerhaft.

Für den Fall, dass Störungen auf den Kommunikationsleitungen die Signale verfälschen oder verstümmeln und somit das Protokoll unlesbar machen, helfen die Fehlercodes auch nicht weiter.

7.4 Kommunikation mit der Remote Unit prüfen

Für den Fall, dass der Tuner nicht auf Anhieb läuft, kann die Kommunikation zwischen Controller und Remote Unit mit einem 16x2 Hilfs-LCD am LCD-Port der Remote Unit geprüft werden. Dazu ist das LCD nach Schaltplan anzuschließen und ein Jumper von Pin 17 (PD3) nach GND

- zu entfernen (Remote Unit Firmware V2.10)
- zu stecken (Remote Unit Firmware ab V2.20).

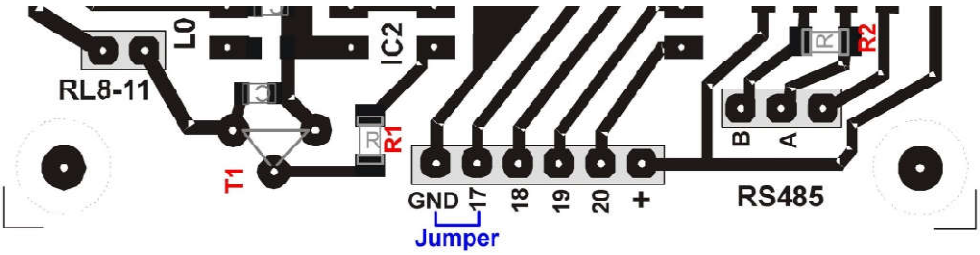


Abb. 7.4: Remote Unit Leiterbahnseite, Jumper zur Aktivierung des Hilfs-LCD.

In der V2.20 wurde die Logik für die LCD-Aktivierung gegenüber V2.10 umgedreht, d.h. sinnigerweise Jumper gesteckt, um das Hilfs-LCD zu aktivieren, kein Jumper für den Normalbetrieb. Im Normalbetrieb soll für eine schnellere Bearbeitung nicht in das LCD geschrieben werden.

Es werden die Protokolle angezeigt

Zeile 1: Anforderung vom Controller an die Remote Unit,
Zeile 2: Quittierung von der Remote Unit an den Controller.

Für das erste Protokoll ("Remote Unit OK?") sieht das dann so aus:

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	
1	0	170	000	000	0	Stellauftrag Controller an Remote Unit
0	1	170	006			Quittierung Remote Unit an Controller
Zeile 1	Byte 1	Zieladresse, 1 = Remote Unit				
	Byte 2	Absenderadresse, 0 = Controller				
	Byte 3	170 (dez.) = 0xAA: Stellauftrag				
	Byte 4	000 = Wert für L (000…255)				
	Byte 5	000 = Wert für C (000…255)				
	Byte 6	0 = Lowpass / 1 = Highpass				
Zeile 2	Byte 1	Zieladresse, 0 = Controller				
	Byte 2	Absenderadresse, 1 = Remote Unit				
	Byte 3	170 (dez.) = 0xAA: Stellauftrag				
	Byte 4	006 = Acknoledged (OK) oder 021 = Not acknoledged (Fehler)				

Für nachfolgende Stellaufträge an die Remote Unit ändern sich lediglich die Bytes 4 bis 6 (Einstellungen L, C und Hoch-/Tiefpass) in Zeile 1.

7.5 Programm-Updates

Die Version 4.xx wurde auf Basis der V3.22 vom 03.04.2022 für die automatische Steuerung eines ICOM 7610 angepasst, d.h. wesentlich gestrafft. Alle dort aufgrund von Nutzerwünschen vorgesehenen manuellen Funktionen zur Überwachung und Anpassung der TX-Leistung vor Ansprechen der Remote Unit wurden entfernt. Obligatorische Grundfunktion: Umschalten des TRX auf CW mit reduzierter Leistung mit dem PTT-Relais. Optional: TRXCom zur Übertragung der TRX-Frequenz. Fallweise Ersatz mit weniger Komfort: Eingebauter Frequenzzähler.

Mit der Möglichkeit, den TRX aus dem laufenden Betrieb auf CW-Dauerstrich mit reduzierter Leistung für die Antennenanpassung umzuschalten, sind nur noch im Setup #11 die maximal erlaubte TX-Leistung zur Schonung der Tuner-Relais in der Remote Unit und im Setup # 4 (TX mute delay) die Wartezeit zum Aufschalten des CW-Trägers festzulegen. Mit der TX mute-Funktion wird dies vorab mit dem Start überprüft. Ein erfolgreicher Test gibt in der Folge die Remote Unit bei manueller oder automatischer Antennenanpassung frei.